

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

Requested Patent: JP6235944

Title: LIGHT BEAM SCANNING METHOD

Abstracted Patent: JP6235944

Publication Date: 1994-08-23

Inventor(s): AKAGI YUJI

Applicant(s): DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

Application Number: JP19930044576 19930208

Priority Number(s):

IPC Classification: G02F1/33 ; H04N1/04

Equivalents:

ABSTRACT:

PURPOSE: To accurately correct the nonlinearity of the diffraction efficiency of a light deflector.

CONSTITUTION: The prescribed scanning signal VT and the scanning signal VM set temporarily as a correction object are applied to an AOD 270, the analog modulation control signal VA with a fixed value are applied to an AOM 220 respectively, and a laser beam LB5 is scanned and printed on a dry plate 1. Light is radiated to the dry plate 1 to measure the transmission factor, and the scanning signal VM is corrected from the transmission factor data. The printing, measurement of the transmission factor, and correction are repeated until the difference between the maximum value and the minimum value of the transmission factor becomes within an allowable value, and the optimum scanning signal VM is determined. When the scanning signal VM obtained after this determination is used, light quantity irregularities can be prevented.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-235944

(43) 公開日 平成6年(1994)8月23日

(51) Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/33		8707-2K		
H 0 4 N 1/04	1 0 4 Z	7251-5C		

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 38 頁)

(21) 出願番号 特願平5-44576

(22) 出願日 平成5年(1993)2月8日

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁

目天神北町1番地の1

(72) 発明者 赤木 祐司

京都市南区久世築山町465番地の1 大日

本スクリーン製造株式会社久世工場内

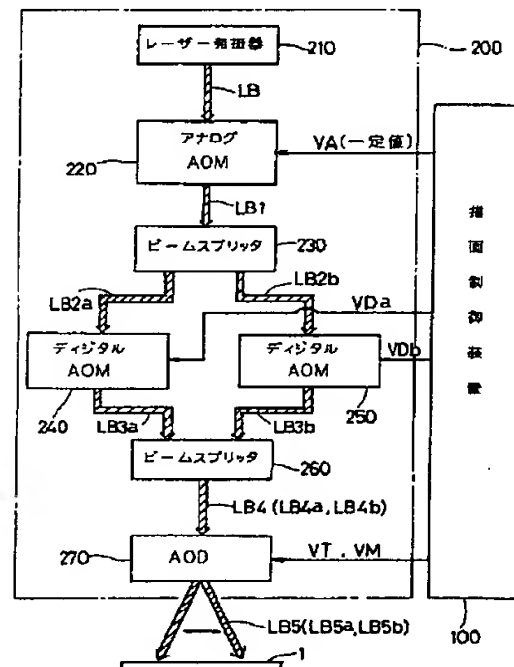
(74) 代理人 弁理士 吉田 茂明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光ビーム走査方法

(57) 【要約】

【目的】 光偏向器の回折効率の非線形性を正確に補正する。

【構成】 所定の掃引信号VTと補正対象として取り敢えず設定した掃引信号VMとをAOD 270に、一定値のアナログ変調制御信号VAをAOM 131に各々印加して、レーザービームLB5を走査し乾板1を焼き付ける。そして乾板1に光を照射して透過度を測定し、透過度データから掃引信号VMを補正する。この様な焼き付け・透過度の測定・補正を、透過度の最大値と最小値との差が許容値以内となるまで繰り返し、最適な掃引信号VMを決定する。この決定後の掃引信号VMを用いることにより、光量ムラを防止できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ビームを光偏向素子に入射することにより、前記光ビームを感光材上に走査する光ビーム走査方法であって、

(a) 周波数に応じてその電圧値が変化する第1偏向制御信号を前記光偏向素子に印加し、前記光ビームの走査により前記感光材を焼き付けるステップと、

(b) 前記焼き付け完了後の感光材上の画像パターンから前記走査範囲内の各走査位置に於ける光量を検出するステップと、

(c) 前記検出後の光量データから最大光量と最小光量との光量差を求め、当該光量差が許容値以内であるか否かを判断するステップと、

(d) 前記ステップ(c)に於いて前記許容値以内ないと判断した場合には、前記光量データに基づき前記第1偏向制御信号を補正することにより新たな第1偏向制御信号を作成し、

当該新たな第1偏向制御信号を用いて前記ステップ

(a)乃至(c)の各ステップを繰り返すステップと、

(e) 前記ステップ(c)の最初の実行に於いて前記許容値以内であると判断した場合には前記第1偏向制御信号を、

又は前記ステップ(d)の2回目もしくはそれ以後の実行に於いて前記許容値内であると判断した場合には前記新たな第1偏向制御信号を、それぞれ第2偏向制御信号に決定するステップと、

(f) 前記光偏向素子に前記第2偏向制御信号を印加することにより、前記光ビームを走査するステップとを、備えたことを特徴とする光ビーム走査方法。

【請求項2】 光ビームを光変調素子を介して光偏向素子に入射することにより、前記光ビームを感光材上に走査する光ビーム走査方法であって、

(a) 前記光偏向素子及び光変調素子にそれぞれ所定の偏向制御信号及び当該偏向制御信号に同期した第1変調制御信号を印加し、前記光ビームの走査により前記感光材を焼き付けるステップと、

(b) 前記焼き付け完了後の感光材上の画像パターンから前記走査範囲内の各走査位置に於ける光量を検出するステップと、

(c) 前記検出後の光量データから最大光量と最小光量との光量差を求め、当該光量差が許容値内にあるか否かを判断するステップと、

(d) 前記ステップ(c)に於いて前記許容値以内ないと判断した場合には、前記光量データに基づき前記第1変調制御信号を補正することにより新たな第1変調制御信号を作成し、

当該新たな第1変調制御信号を用いて前記ステップ

(a)乃至(c)の各ステップを繰り返すステップと、

(e) 前記ステップ(c)の最初の実行に於いて前記許容値以内であると判断した場合には前記第1変調制御

信号を、

又は前記ステップ(d)の2回目もしくはそれ以後の実行に於いて前記許容値以内であると判断した場合には前記新たな第1変調制御信号を、それぞれ第2変調制御信号に決定するステップと、

(f) 前記光偏向素子に前記第2変調制御信号を印加することにより、前記光ビームを走査するステップとを、備えたことを特徴とする光ビーム走査方法。

【請求項3】 光ビームを光変調素子を介して光偏向素子に入射することにより、前記光ビームを感光材上に走査する光ビーム走査方法であって、

(a) 前記光変調素子及び光偏向素子にそれぞれ所定の電圧値及び周波数に応じてその電圧値が変化する第1偏向制御信号を印加し、前記光ビームの走査により前記感光材を焼き付けるステップと、

(b) 前記ステップ(a)の焼き付け完了後の感光材上の画像パターンから前記走査範囲内の各走査位置に於ける光量を検出し、第1光量データを得るステップと、

(c) 前記第1光量データから最大光量と最小光量との差に該当する第1光量差を求め、当該第1光量差が第1許容値以内にあるか否かを判断するステップと、

(d) 前記ステップ(c)に於いて前記第1許容値以内ないと判断した場合には、前記第1光量データに基づき前記第1偏向制御信号を補正することにより新たな第1偏向制御信号を作成し、

当該新たな第1偏向制御信号を用いて前記ステップ

(a)乃至(c)の各ステップを繰り返すステップと、

(e) 前記ステップ(c)の最初の実行に於いて前記第1許容値以内であると判断した場合には前記第1偏向制御信号を、

又は前記ステップ(d)の2回目もしくはそれ以後の実行に於いて前記第1許容値以内であると判断した場合には前記新たな第1偏向制御信号を、それぞれ第2偏向制御信号に決定するステップと、

(f) 前記光変調素子及び光偏向素子にそれぞれ前記第2偏向制御信号に同期した第1変調制御信号及び前記第2偏向制御信号を印加し、前記光ビームの走査により前記感光材を焼き付けるステップと、

(g) 前記ステップ(f)の焼き付け完了後の感光材上の画像パターンから前記走査範囲内の各走査位置に於ける光量を検出し、第2光量データを得るステップと、

(h) 前記第2光量データから最大光量と最小光量との差に該当する第2光量差を求め、当該第2光量差が第2許容値(第2許容値<第1許容値)以内にあるか否かを判断するステップと、

(i) 前記ステップ(h)に於いて前記第2許容値以内ないと判断した場合には、前記第2光量データに基づき前記第1変調制御信号を補正することにより新たな第1変調制御信号を作成し、

当該新たな第1変調制御信号を用いて前記ステップ

(f)乃至(h)の各ステップを繰り返すステップと、

(j) 前記ステップ(h)の最初の実行に於いて前記第2許容値以内であると判断した場合には前記第1変調制御信号を、

又は前記ステップ(i)の2回目もしくはそれ以後の実行に於いて前記第2許容値以内であると判断した場合には前記新たな第1変調制御信号を、それぞれ第2変調制御信号に決定するステップと、

(k) 前記光変調素子及び光偏向素子にそれぞれ前記第2変調制御信号及び第2偏向制御信号を印加することにより、前記光ビームを走査するステップとを、備えたことを特徴とする光ビーム走査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、光偏向素子を用いた光ビーム走査方法に関するものであり、特に、光ビームを感光材上に走査することにより描画するレーザープロッタ等の装置に利用されるものである。

【0002】

【従来の技術】光偏向素子(以下、AODと言う。)は、レーザービームを走査するためのキーデバイスとして広く用いられている。このAODは、周知の通り、音響光学効果を利用した素子の一つであり、素子内に励振された超音波により回折される光の回折方向が超音波の周波数に依存して変化することに基づき、周波数変調により光の回折方向を制御するものである。この様なAODを用いた走査光学系の従来例の概念図を、図46に示す。

【0003】同図に示す通り、走査光学系200Bは、AOD270BとアナログAOM(光変調素子)220BとデジタルAOM240Bとを有している。尚、本図では、説明の便宜上、レンズ等の他の光学系の記載を省略している。

【0004】ここでアナログAOM220Bとは、一般的には、回折光の強度が超音波の強度に依存することに基づき、アナログ変調により光の強度を制御しようとする素子であるが、ここではアナログAOM220Bは、レーザービームLB03の光量を乾板1B(感光材)の感度に応じた最適な値に設定するための素子として用いられている。即ち、アナログAOM220Bは、カメラの絞りと同じ様な役割を果たすことになる。従って、アナログAOM220Bに印加される変調制御信号VAO(以下、単に制御信号とも称す)は、一度設定されたならば、レーザービームLB03の走査中は変更されることは無い。即ち、制御信号VAOの電圧は常に一定値である。これにより、アナログAOM220Bに入射したレーザービームLB0は常に所定の光量に減衰され、レーザービームLB01として出射される。

【0005】又、デジタルAOM240Bとは、回折光の強度が超音波の強度に依存することに基づき、デ

ジタル変調により光の有無を制御しようとする素子である。従って、デジタルAOM240Bは、変調制御信号VD0(以下、単に制御信号とも称す)に応じてON/OFF動作を繰り返す。即ち、デジタルAOM240Bは、カメラのシャッターと同じ様な役割を果たす。これにより、デジタルAOM240BがON動作時に入射したレーザービームLB01はレーザービームLB02として出射し、AOD270Bに入射する。

【0006】一方、AOD270Bの動作は、2つの偏向制御信号VTO(以下、単に制御信号とも称す)、VMOにより制御される。その制御信号の一つVTOはレーザービームLB03の偏向角を制御する信号であり、この制御信号VTOにより、乾板1B上の各描画点の位置が制御される。この制御信号VTOとしては、例えば、鋸波の様な周波数が連続的に且つ周期的に変化する信号が用いられる。もう一つの制御信号VMOは、レーザービームLB03の光量を制御する信号であり、この制御信号VMOにより、各描画点に於ける光量が制御される。尚、各描画点での光量は、当該描画点に於ける焼き付け濃度に対応する。

【0007】しかし、これらの制御信号VTO、VMOによりレーザービームLB03の偏向角、光量(焼き付け濃度)を高精度で制御するには、実際には、AOD270Bの非線形特性を考慮しなければならないという問題がある。

【0008】即ち、AODの回折効率、入力周波数に応じて非線形に変化する。そのため、この様な回折効率の非線形性を補正しないでレーザービームLB03を走査させると、各描画点毎に光量が異なることとなり、露光むらが発生することになる。以後、この現象を光量ムラと呼ぶことにする。従って、係る光量ムラを発生させることなく画質の良い描画を行おうとするには、AODの非線形特性を補正することができる制御信号VMOを定めることが必要となる。

【0009】その様な制御信号VTO、VMOを最適化する技術としては、例えば、①特開昭59-160128号公報や②(本願出願人の出願に係る)特開平3-221926号公報に開示されたものがある。ここで、①特開昭59-160128号公報に開示された技術は、係る目的を達成するために、AODとその駆動回路との間にフィルタを設け、そのフィルタ特性を随時変更可能とすることによって、図31でいう制御信号VMOを最適化しようとしたものである。

【0010】一方、②特開平3-221926号公報に開示された技術では、まず、各描画点毎に制御信号VMOの値として適当な値を設定する。次に、これらの制御信号VTO、VMOを実際にAOD270Bに印加して、レーザービームLB03を走査させる。そして、当該走査と同時に、乾板1Bの位置と等価な位置に設置されたCCDカメラ(図示せず)の受光面上に、シリンド

5

リカルレンズ（図示せず）を介してレーザービームLB03を集光させ、各描画点に於けるレーザービームLB03の光量を測定する。更に、これらの測定結果から、各描画点に於けるレーザービームLB03の光量を一定値とする様な補正データを作成し、この補正データを新たな制御信号VMOとしてAOD270Bに印加することにより、再度レーザービームLB03を走査し、同様にレーザービームLB03の光量を、シリンドリカルレンズを介して再度CCDカメラにより測定する。そして、上記一連の動作を、各描画点に於けるレーザービームLB03の光量差が許容値以内となるまで繰り返すことにより、最適な制御信号VMOを決定するのである。尚、制御信号VMOは、制御信号VTOと同期して変化する。以上の通り、本技術では、上記一連のプロセスにより求められた補正データを制御信号VMOとして用い、制御信号VTOと共にこの制御信号VMOによりAOD270Bを制御するので、光量ムラの発生を防止することが可能となる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術には、次の様な問題点があった。

【0012】① 特開昭59-160128号公報の場合

【0013】この場合には、AODの非線形特性に適合したフィルタ特性を実現し、且つその特性を適宜変更可能とできる設計を行う必要がある。勿論その際、環境条件を加味したフィルタ特性の設計が必要となることは言うまでもない。

【0014】しかし、その様なフィルタ特性の実現は極めて困難であり、実現性に乏しいばかりでなく、調整時間等を考慮すれば現実的でないことも明白である。従って、本技術は常に正確にAODの非線形特性を補正することができないものであると言える。

【0015】② 特開平3-221926号公報の場合

【0016】この場合には①の様な問題点はなく、その意味では実用的な技術であると言える。しかしながら、この技術②によっても、十分にAODの非線形特性を補正することができない場合が生じていた。

【0017】即ち、本技術②では、制御信号VMOの補正に際してレーザービームLB03の光量をシリンドリカルレンズを介して直接CCDカメラにより測定していたが、実際にはシリンドリカルレンズのレンズ特性にはバラツキがあり、このバラツキのために正確に各描画点毎の光量を検出することができない場合が多発していた。この様に描画点毎の光量データが不正確では、正確な制御信号VMOを求めることができなくなる。

【0018】上記問題点をより明確に図示化したのが、図47である。同図中、(a)は光学系の配置を模式的に示しており、(b)は、CCDカメラ50により検出される光量の一例として、第512番目の描画点P51

6

2の光量を示している。この場合、シリンドリカルレンズL10の特性が原理通り実現されていれば、シリンドリカルレンズL10を透過したレーザービームLB03はCCDカメラ50の受光面上の一点に集光され、

(b)に示す光量I1が検出される筈である。しかし、シリンドリカルレンズL10の特性に誤差があるため、上記本来の集光点のみならず、その両側近傍にもレーザービームLB03が集光することとなり、3つの光量I1、I2、I3を同時に検出してしまうこととなる。しかも、レーザービームLB03は描画点P1から描画点P1024まで走査されており、各描画点毎に上記3つの光量I1、I2、I3が発生することとなる。その結果、CCDカメラ50から正確な各描画点の光量信号を転送することが困難となっていた。

【0019】

【発明の目的】この発明は、上記問題点を克服すべく創作されたものであり、その第1の目的は、光偏向素子に印加される偏向制御信号の補正の際に必要な各走査位置毎の光量検出を正確に実行可能として、光量ムラの発生を確実に防止することにある。

【0020】また本発明の第2の目的は、光変調素子に印加される変調制御信号の補正をも正確に実行可能とすることにより、低速走査又は高速走査の如何に係わらず、一層確実に光量ムラの発生を防止することにある。

【0021】更に本発明の第3の目的は、光偏向素子に印加される偏向制御信号の補正と光変調素子に印加される変調制御信号の補正両方を正確に実行可能とすることにより、低速走査又は高速走査の如何に係わらず、より一層確実に光量ムラの発生を防止しようとするところにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】

1) 請求項1に係る発明は、光ビームを光偏向素子に入射することにより、光ビームを感光材上に走査する光ビーム走査方法に関し、(a)周波数に応じてその電圧値が変化する第1偏向制御信号を光偏向素子に印加し、光ビームの走査により感光材を焼き付けるステップと、

(b)焼き付け完了後の感光材上の画像パターンから走査範囲内の各走査位置に於ける光量を検出するステップと、(c)検出後の光量データから最大光量と最小光量との光量差を求め、当該光量差が許容値以内にあるか否かを判断するステップと、(d)ステップ(c)に於いて許容値以内でないと判断した場合には、光量データに基づき第1偏向制御信号を補正することにより新たな第1偏向制御信号を作成し、当該新たな第1偏向制御信号を用いてステップ(a)乃至(c)の各ステップを繰り返すステップと、(e)ステップ(c)の最初の実行に於いて許容値以内であると判断した場合には第1偏向制御信号を、又はステップ(d)の2回目もしくはそれ以後の実行に於いて許容値以内であると判断した場合には

7

新たな第1偏向制御信号を、それぞれ第2偏向制御信号に決定するステップと、(f)光偏向素子に第2偏向制御信号を印加することにより、光ビームを走査するステップとを備えている。

【0023】2) 請求項2に係る発明は、光ビームを光変調素子を介して光偏向素子に入射することにより、光ビームを感光材上に走査する光ビーム走査方法に関して、(a)光偏向素子及び光変調素子にそれぞれ所定の偏向制御信号及び当該偏向制御信号に同期した第1変調制御信号を印加し、光ビームの走査により感光材を焼き付けるステップと、(b)焼き付け完了後の感光材上の画像パターンから走査範囲内の各走査位置に於ける光量を検出するステップと、(c)検出後の光量データから最大光量と最小光量との光量差を求め、当該光量差が許容値以内にあるか否かを判断するステップと、(d)ステップ(c)に於いて許容値以内ないと判断した場合には、光量データに基づき第1変調制御信号を補正することにより新たな第1変調制御信号を作成し、当該新たな第1変調制御信号を用いてステップ(a)乃至(c)の各ステップを繰り返すステップと、(e)ステップ(c)の最初の実行に於いて許容値以内であると判断した場合には第1変調制御信号を、又はステップ(d)の2回目もしくはそれ以後の実行に於いて許容値以内であると判断した場合には新たな第1変調制御信号を、それぞれ第2変調制御信号に決定するステップと、(f)光偏向素子に第2変調制御信号を印加することにより、光ビームを走査するステップとを備えている。

【0024】3) 請求項3に係る発明は、光ビームを光変調素子を介して光偏向素子に入射することにより、光ビームを感光材上に走査する光ビーム走査方法に関して、(a)光変調素子及び光偏向素子にそれぞれ所定の電圧値及び周波数に応じてその電圧値が変化する第1偏向制御信号を印加し、光ビームの走査により感光材を焼き付けるステップと、(b)ステップ(a)の焼き付け完了後の感光材上の画像パターンから走査範囲内の各走査位置に於ける光量を検出し、第1光量データを得るステップと、(c)第1光量データから最大光量と最小光量との差に該当する第1光量差を求め、当該第1光量差が第1許容値以内にあるか否かを判断するステップと、(d)ステップ(c)に於いて第1許容値以内ないと判断した場合には、第1光量データに基づき第1偏向制御信号を補正することにより新たな第1偏向制御信号を作成し、当該新たな第1偏向制御信号を用いてステップ(a)乃至(c)の各ステップを繰り返すステップと、(e)ステップ(c)の最初の実行に於いて第1許容値以内であると判断した場合には第1偏向制御信号を、又はステップ(d)の2回目もしくはそれ以後の実行に於いて第1許容値以内であると判断した場合には新たな第1偏向制御信号を、それぞれ第2偏向制御信号に決定するステップと、(f)光変調素子及び光偏向素子にそれ

8

ぞれ第2偏向制御信号に同期した第1変調制御信号及び第2偏向制御信号を印加し、光ビームの走査により感光材を焼き付けるステップと、(g)ステップ(f)の焼き付け完了後の感光材上の画像パターンから走査範囲内の各走査位置に於ける光量を検出し、第2光量データを得るステップと、(h)第2光量データから最大光量と最小光量との差に該当する第2光量差を求め、当該第2光量差が第2許容値(第2許容値<第1許容値)内にあるか否かを判断するステップと、(i)ステップ(h)に於いて第2許容値以内ないと判断した場合には、第2光量データに基づき第1変調制御信号を補正することにより新たな第1変調制御信号を作成し、当該新たな第1変調制御信号を用いてステップ(f)乃至(h)の各ステップを繰り返すステップと、(j)ステップ(h)の最初の実行に於いて第2許容値以内であると判断した場合には第1変調制御信号を、又はステップ(i)の2回目もしくはそれ以後の実行に於いて第2許容値以内であると判断した場合には新たな第1変調制御信号を、それぞれ第2変調制御信号に決定するステップと、(k)光変調素子及び光偏向素子にそれぞれ第2変調制御信号及び第2偏向制御信号を印加することにより、光ビームを走査するステップとを備えている。

【0025】

【作用】

1) 請求項1に係る発明

【0026】先ず光偏向素子に第1偏向制御信号を印加すると、光偏向素子に入射した光ビームは第1偏向制御信号に応じた偏向角で出射し、同時にその光量も第1偏向制御信号に応じた値に変調される。そして、この光ビームを用いて感光材を焼き付け、焼き付け完了後の感光材上に生じた画像パターンから各走査位置の光量を検出し、光量差が許容値以内でない場合に第1偏向制御信号を光量データに基づき補正する。この様な補正を繰り返す結果、光偏向素子は、感光材上の各走査位置に於ける光ビームの光量が常に許容値以内となるように、入射した光ビームの光量を変調する。

【0027】2) 請求項2に係る発明

【0028】先ず光変調素子に第1変調制御信号を印加すると、光変調素子は入射した光ビームの光量を第1変調制御信号に応じた光量に変調する。この光量変調を受けた光ビームが更に光偏向素子に入射する結果、光ビームは、光偏向素子に印加される所定の偏向制御信号に応じた偏向角で出射されると共に更に所定の光量変調を受ける。そこで、この光ビームを用いて感光材を焼き付け、焼き付け完了後の感光材上に生じた画像パターンから各走査位置の光量を検出し、光量差が許容値以内でない場合に第1変調制御信号を光量データに基づき補正する。この様な補正を繰り返す結果、光変調素子は、感光材上の各走査位置に於ける光ビームの光量が常に許容値以内となるように、当該光変調素子に入射した光ビーム

の光量を変調する。

【0029】3) 請求項3に係る発明

【0030】① 先ず光変調素子に所定の電圧値を印加すると、光変調素子は入射した光ビームの光量を印加電圧値に応じた光量へ減じる。更に光偏向素子に第1偏向制御信号を印加しているの、光偏向素子は、入射した光ビームを第1偏向制御信号に応じた偏向角で出射し、同時にその光量をも第1偏向制御信号に応じた値に変調する。そこで、この光ビームを用いて感光材を焼き付け、焼き付け完了後の感光材上に生じた画像パターンから各走査位置の光量を検出し、最大光量と最小光量との差に該当する第1光量差が第1許容値以内でない場合に第1変調制御信号を第1光量データに基づき補正する。この様な補正を繰り返す結果、偏向制御信号として最適な第2偏向制御信号が決定されることとなり、光変調素子は、感光材上の各走査位置に於ける光ビームの光量が常に第1許容値以内となるように、入射した光ビームの光量を変調する。

【0031】② 次に光変調素子に第1変調制御信号を印加すると、光変調素子は入射した光ビームの光量を第1変調制御信号に応じた光量に変調する。この光量変調を受けた光ビームが更に光偏向素子に入射する結果、光ビームは、光偏向素子に印加された第2偏向制御信号に応じた偏向角で出射されると共に、更に第2偏向制御信号に応じて定まる光量変調を受ける。そこで、上記2回の光量変調を受けた光ビームを用いて感光材を再び焼き付け、焼き付け完了後の感光材上に生じた画像パターンから各走査位置の光量を検出し、第2光量差が第2許容値以内でない場合に第1変調制御信号を第2光量データに基づき補正する。この様な補正を繰り返す結果、変調制御信号として最適な第2変調制御信号が決定され、光変調素子は、感光材上の各走査位置に於ける光ビームの光量が常に第2許容値以内となるように、当該光変調素子に入射した光ビームの光量を適切に変調する。

【0032】

【実施例】

【1】 実施例1

【0033】(A) 描画システムの全体構成とその概略動作

【0034】(A-1) 機械的構成

【0035】図2は、この発明の一実施例である描画システム10の機械的構成を示した斜視図である。尚、本図においては便宜上、後述される描画制御装置やデータ処理部等の記載が省略されている。

【0036】同図に示す通り、描画システム10は、基台15の上に、感材送り機構20と描画機構30とを備えている。

【0037】ここに感材送り機構20は、吸引テーブル21と水平Y方向に伸びる一対のガイド22とを有しており、この吸引テーブル21はガイド22上にスライド

自在に載置されている。更に、この吸引テーブル21上には、ガラス乾板などの感材1（以後、乾板1と称す）が吸着されている。又、吸引テーブル21は、モータ23によって回転するボールスクリュウ（図示せず）によって、(±Y)方向に往復移動する。これにより、感材1もまた(±Y)方向に往復移動することになる。

【0038】一方、描画機構30は、水平X方向に伸びる一対のガイド31を有している。ただし、X方向はY方向に垂直な方向である。そして、ガイド31上にはハウジング32がスライド可能に載置されており、走査光学系200がこのハウジング32内に収容されている。尚、本図中の切欠き部に示された描画ヘッド33は、この走査光学系200の一構成要素である。更にモータ34によってボールスクリュウ35が回転すると、ハウジング32、従って走査光学系200がX方向または(-X)方向へ移動する。その結果、描画ヘッド33もまた、X方向または(-X)方向へ移動する。

【0039】又、基台15の上には、レーザー発振器40A(He-Neレーザー等)が設けられている。このレーザー発振器40Aからのレーザービーム41は、ビームスプリッタ42~45によって2本のレーザービーム41X、41Yに分離される。ただし、ビームスプリッタ44、45は、描画ヘッド33に固定されている。更に、吸引テーブル21のX方向端部および(-Y)方向端部には、それぞれ平面ミラー46X、46Yが立設されている。その結果、レーザービーム41X、41Yはこれらのミラー46X、46Yによってそれぞれ反射され、ビームスプリッタ44、45の位置へ戻る。そして、図示しない光干渉検出器によって、レーザービーム41X、41Yそれぞれのミラー反射光路長が検出される。これにより、描画ヘッド33に対する乾板1の水平面内の相対位置が測定されることになる。以後、レーザー発振器40Aや図示しない光干渉検出器等を含めて、これらの光学系をレーザー測長器と総称することにする。尚、図示はしないが、感材送り機構20の全体は、開閉自在な遮光フードの中に収容されている。

【0040】(A-2) 電気的構成

【0041】図3は描画システム10の電気的構成を模式的に示した構成図である。同図に示す通り、その電気的構成は描画制御装置100を中心として構成される。ここでレーザー測長器40は、既述した乾板1の相対位置に関する測定結果を、位置情報Sx(X方向)、Sy(Y方向)として描画制御装置100に出力する。そして描画制御装置100は、位置情報信号Sx、Syに基づき走査信号を作成するとともに、その走査信号に基づき制御信号VT、VM、VA、VDを作成する。これらの制御信号VT、VM、VA、VDは、走査光学系200の各構成要素の動作を制御する信号である。

【0042】又、ワークステーション300内のCPU310は、後述する各種の演算処理を行う他、メモリ



(図示せず)に格納されたデータD1を描画制御装置100へ送信する。

【0043】一方、描画制御装置100内のモータコントローラ180は、制御信号VC1、VC2をそれぞれモータ23及び34へ出力し、これらのモータ23、34の回転を制御している。更に、図形入力装置400より画像データSVが、描画制御装置100に与えられる。

【0044】以上述べた描画制御装置100及びデータ処理部300内に於ける一連の動作の詳細な説明については、後述する。

#### 【0045】(A-3) 描画の基本的原理

【0046】図4は、描画システム10における描画の基本的原理を示す説明図である。描画ヘッド33からは、(±X)方向に周期的に偏向した2本のレーザービームLB5a、LB5bが射出され、乾板1上に照射される。これらのレーザービームLB5a、LB5bは、共に画像信号SVに基づく変調を受けている。そして、乾板1を例えば(-Y)方向に移動させつつ、レーザービームLB3a、LB3bによる露光を行なう。この場合には、(±X)方向に延びた走査線LのY方向の配列に沿って描画が行なわれる。又、乾板1の描画エリア2は平行ストライプ2a、2b、・・・に概念的に分割されており、描画は各ストライプ2a、2b、・・・ごとに行なわれる。

#### 【0047】(B) 走査光学系の構成

##### 【0048】(B-1) 走査光学系の構成の概要

【0049】図1は、走査光学系200の主要な構成部分を模式的に示した図である。本図に示す通り、レーザー発振器210より発振したレーザービームLBは、先

ずアナログAOM220に入射する。このアナログAOM220は、単にレーザービームLBの光量を乾板1の感度に適した所定光量へ減衰するのみである。

【0050】次にレーザービームLB1はビームスプリッタ230に導入され、2本のレーザービームLB2a、LB2bに分波される。そしてこれらのレーザービームLB2a、LB2bは、それぞれデジタルAOM240、250に入射される。ここでデジタルAOM240及び250は、既述した通り、デジタル変調により回折光の有無を制御しようとする素子である。従ってデジタルAOM240及び250は、それぞれ描画制御装置100より発せられるデジタル変調制御信号VDa及びVDbに応じて、レーザービームLB2a、LB2bをオン・オフする。しかもデジタル変調制御信号VDa及びVDbは共に、画像入力装置400から描画制御装置100に与えられた画像信号SVに基づき作成された信号である。これらの点の詳細な説明については、後述する。

【0051】その結果、レーザービームLB2aは、デジタル変調制御信号VDaがHレベルにあるときにの

みデジタルAOM240内に励振された超音波によって一定方向へ回折され、レーザービームLB3aとしてデジタルAOM240より出射する。同じくレーザービームLB2bもまた、デジタル変調制御信号VDbがHレベルにあるときにのみレーザービームLB3bとしてデジタルAOM240より出射する。

【0052】その後、両ビームLB3a、LB3bはビームスプリッタ260に導入され、レーザービームLB4に合成される。即ち、合成後のレーザービームLB4は、所定の間隔だけ離れて進行する2本のレーザービームLB4a、LB4bからなるビーム束である。従って、ビームスプリッタ260以後は、再び一つの光学系で走査光学系200が構成される。その様な光学系の詳細な説明については、後述する。

【0053】次にレーザービームLB4は、AOD270に入力される。このAOD270は、描画制御装置100より発せられる掃引信号VT、VM(偏向制御信号に該当)に応じて、AOD270内で回折されたレーザービームLB5の偏向角を制御する。尚、レーザービームLB5もまた、2つのレーザービームLB5a、LB5bのビーム束であり、両ビームLB5a、LB5bを総称する用語として用いられている。ここで、AOD270に於ける動作をより詳細に説明するならば、次の通りとなる。

【0054】まず掃引信号VTは、例えば鋸波の様に、その周波数が連続的に且つ周期的に変化する信号であって、予め定められた信号である。その結果、AOD270は、掃引信号VTの周波数の変化に応じてレーザービームLB5の偏向角を変える。これにより、レーザービームLB5は、乾板1上を±X方向へ走査される。

【0055】もう一方の掃引信号VMは、掃引信号VTに同期し、且つ各描画点に於ける光量乃至は透過度が実質的に一定となる様に後述する補正方法により最適化された信号である。その結果、AOD270内に励振される各超音波の強度は、掃引信号VMの電圧値(レベル)に応じて変化することとなり、この変化によりAOD270の回折効率の非線形性が補正されることとなる。

【0056】尚、実際には、掃引信号VT及びVMは、連続的にAOD270に印加されるのではなく、所定の時間間隔でAOD270に印加される。従って、レーザービームLB5は、少しずつ乾板1上を走査されることとなる。そして、この掃引信号VT及びVMに同期して、アナログ変調制御信号VAもアナログAOM220に印加される。これらの点も、後述する説明で明らかとなる。

#### 【0057】(B-2) 走査光学系の具体的構成

【0058】図5～図7は、走査光学系200の具体的構成を明示した光学的構成図である。

【0059】まず、Arイオンレーザー(波長:488nm)等よりなるレーザー発振器210より出射したレ

13

レーザービームLBは、ミラーM1～M3を介してアナログAOM220に入射される。アナログAOM220の動作は既述した通りである。そして出射レーザービームLB1は、ミラーM4で反射された後、ビームスプリッタ230に導入され、レーザービームLB2aとLB2bとに分波される。

【0060】次にレーザービームLB2aは、ミラーM4、集光用レンズL1aを介してデジタルAOM240に入射され、デジタル変調される。そしてデジタルAOM240のON時に出射したレーザービームLB3aは、集光用レンズL2a、ミラーM6を介して無偏光ビームスプリッタ260Aに入射される。一方、レーザービームLB2bは、集光用レンズL1bを介してデジタルAOM250に入射される。そして、デジタルAOM250のON時に出射したレーザービームLB3aは、集光用レンズL2bを介して無偏光ビームスプリッタ260Aに入射される。無偏光ビームスプリッタ260Aに入射した両レーザービームLB3a、LB3bは、当該無偏光ビームスプリッタ260A及びその後ミラーM7を介して入射される偏光ビームスプリッタ260Bによって合成される。

【0061】その後、レーザービームLB4a、LB4bは、第1エキスパンダEP1によりビーム間隔が狭められた上で、AOD270に入射される(図7参照)。AOD270における動作は既述した通りである。尚、第1エキスパンダEP1を構成するロッドレンズL3及びシリンドリカルレンズL4のレンズ間距離は、いわゆる「AODのシリンドリカル効果」を打ち消すために適切に調整されている。この「AODのシリンドリカル効果」とは、AODに平行ビームを入射した場合に、AODの掃引信号の周波数が一定の場合には回折光も平行ビームとなるのに対して、AODの掃引信号の周波数が変化する場合に回折光は平行ビームとはならず、ある拡がりを持つことになるという現象である。そこで、この様な現象によるフォーカス位置の位置ズレ発生を未然に防止する目的で、上記レンズ間距離を変えることにより絞られ気味のレーザービームLB4a、LB4bをAOD270に入射し、回折されたレーザービームLB5a、LB5bそれぞれが平行に出射される様にしたものである。

【0062】一方、AOD270より出射されたレーザービームLB5a、LB5bは、第2エキスパンダEP2によりビーム間隔が拡げられた上で、スキャンレンズL7に入射される。即ち、レーザービームLB5a、LB5bは、第2エキスパンダEP2のロッドレンズL6を中心に角度 $\theta$ の拡がりを持っており、スキャンレンズL7を出射したレーザービームLB5a、LB5bは、 $44\mu\text{m}$ 程度のビーム間隔 $h$ を有する相互に平行なビームとなる(図7)。

【0063】最後に、スキャンレンズL7より出射した

14

レーザービームLB5a、LB5bは、ミラーM8を介して既述した描画ヘッド33に導かれる。即ち、レーザービームLB5a、LB5bは、ベチャンプリズムPZ、リレーレンズL8を介して対物レンズL9へ入射される。このときのレーザービームLB5a、LB5bのビーム間隔は $22\mu\text{m}$ 程度であり、各ビームLB5a、LB5bのビーム径(直径)は $20\mu\text{m}$ である。このビーム間隔は、2本のビームが互いに干渉しないために必要なビーム間隔 $20\mu\text{m}$ を満足するものである。その後、両ビームLB5a、LB5bは、対物レンズL9に設定されている所定の倍率に応じてビーム径が小さされた上で、乾板1へ照射される。尚、本実施例では、対物レンズL9の倍率として3種類の倍率(2倍、5倍、10倍)が用意されている。ここで、対物レンズL9に入射した際のレーザービームLB5a、LB5bのビーム径は $20\mu\text{m}$ であるので、倍率を2倍とした場合には各ビームLB5a、LB5bのビーム径は $10\mu\text{m}$ に縮小される。同じく倍率をそれぞれ5倍、10倍とした場合には、ビーム径はそれぞれ $4\mu\text{m}$ 、 $2\mu\text{m}$ となる。尚、以後の説明においては、走査光学系200に於ける倍率は10倍(ビーム径 $2\mu\text{m}$ )であるものとして取り扱われている。又、ビーム径とは、レーザービームのビームウエストの直径を意味している。

【0064】又、描画ヘッド33内には、図6に例示する様に、対物レンズL9より出射したレーザービームLB5a、LB5bを乾板1上に常にフォーカスするためのオートフォーカス検出系(レーザーダイオードLD、位置検出装置PSD)が備えられている。

【0065】(C) 描画制御装置の電気的構成

【0066】(C-1) 描画制御装置の全体構成

【0067】図8は、描画制御装置100の全体構成を周辺装置と共に示したブロック図である。尚、本図には、アナログAOM220、デジタルAOM240、250及びAOD270のそれぞれのドライバとして、アナログAOMドライバ221、デジタルAOMドライバ241、251及びAODドライバ271が記載されているが、図1においては、これらのドライバの記載は便宜上省略されていた。

【0068】同図に示す通り、描画制御装置100は、クロック110、走査信号発生部120、アナログAOM制御部130、デジタルAOM制御部140、150、掃引信号発生部160、ラスタ変換部170及びモーターコントローラ180を有している。

【0069】先ずクロック110より発したシステムクロックSCLK( $20\text{MHz}$ )は、走査信号発生部120に入力される。走査信号発生部120は、システムクロックSCLKに基づきデータスタート信号DST、データ読出信号DR及び走査開始信号STを作成し、データ読出信号DRをアナログAOM制御部130及び掃引信号発生部160へ出力するとともに、データスタート

信号DST及び走査開始信号STをデジタルAOM制御部140、150へ出力する。又、システムクロックSCLKは、デジタルAOM制御部140及び150にも入力される。

【0070】一方、CPU310は、CCDカメラ50により測定された光量データVPに基づき掃引信号VM用のデータを補正し（補正方法については後述する。）、その補正後のデータをデータバス350を介して掃引信号発生部160に送信する。又、CPU310は、アナログAOM制御部130に対しても、データバス350を介してアナログ変調制御信号VA用のデータ（一定値）を送信する。

【0071】各部130、140、150、160の概略動作は、次の通りである。まず、アナログAOM制御部130は、データ読出信号DRのタイミングに基づき、記憶するアナログ変調制御信号VA用のデータ（一定値）を読み出し、アナログ変調制御信号VA（一定値）を作成する。そして、アナログ変調制御信号VAをアナログAOMドライバ221へ出力する。アナログAOMドライバ221は、アナログ変調制御信号VAをドライブ信号として適したアナログ変調制御信号VA1（一定値）に変換する。

【0072】又、デジタルAOM制御部140は、走査開始信号STに応じてスタンバイ状態となり、その後、ラスタ変換部170より送られてきたラスタ信号SVRa（アナログ信号）をデータスタート信号DSTのタイミングでドット信号DOT1（デジタル信号）に変換する。その後、ドット信号DOT1は、デジタルAOMドライバ241によりドライブ信号として適したデジタル変調制御信号Vdaに変換される。尚、デジタルAOM制御部150もまた、同様の動作をする。これらのラスタ信号SVRa、SVRbは、ラスタ変換部170により画像信号SVからラスタ変換されて作成された信号である。

【0073】又、掃引信号発生部160は、記憶する掃引信号VT、VMに関するデータをデータスタート信号DSTのタイミングで読み出し、掃引信号VT、VMを作成するとともに、掃引信号VT、VMをAODドライバ271に出力する。AODドライバ271は、掃引信号VT、VMをドライブ信号として適した掃引信号VSに変換する。

【0074】各部の概略動作は、以上の通りである。以下においては、各部の詳細な構成について説明する。

【0075】（C-2） クロック110

【0076】図9は、クロック110の構成を示したブロック図である。同図に示す通り、クロック110は、ECL発振器111と分周器112とから構成される。ここでECL発振器111は、200MHzのECLクロックCLKを発振する発振器である。そしてECLクロックCLKは分周器112に入力され、20MHzの

システムクロックSCLKに分周される。尚、原振であるECLクロックCLKもまた、随時、クロック110より取り出せる様に設定されている。

【0077】（C-3） 走査信号発生部120

【0078】図10は、走査信号発生部120の構成を示したブロック図である。この走査信号発生部120は、レーザ測長器40より送られて来る位置情報信号Sy（位置パルス）から走査開始信号ST、データスタート信号DST及びデータ読出信号DRを作成するためのユニットである。

【0079】まず、位置情報信号Syは測長パルス補正回路121により所定の補正を受けた後、ALU（Arithmetic Logic Unit）122に入力される。このALU122は、レジスタ124に保持されている変換則RULに基づき、パルス単位系（時間）で表された補正済み位置情報信号Sysから長さ（ $\mu\text{m}$ ）の単位系で表される信号に変換した上で、走査スタートパルスSPを走査信号コントローラ123に出力する。

【0080】又、位置情報信号Syは、Y軸位置カウンタ125にも送られる。このY軸位置カウンタ125は、位置情報信号Syより描画ヘッド33のY方向に於ける現在位置を検出しており、描画ヘッド33が予め定められたY方向描画開始位置（走査原点）に達したことを検出したときに、1ストライプ走査のY方向スタートパルスYSPを走査信号コントローラ123に出力する。

【0081】次に、走査信号コントローラ123は、Y方向スタートパルスYSPがアサートされた時点で初めて走査スタートパルスSPを出力できる状態となる。そして走査信号コントローラ123は、この時点より走査信号用カウンタ126のカウントを開始し始め、システムクロックSCLKのタイミングに同期してカウントアップしてゆく。ここで走査信号用カウンタ126のカウント数は、アナログAOM制御部130が有するメモリ（後述される。）のアドレス及び掃引信号発生部160が有するメモリ（後述される。）のアドレスに対応している。

【0082】そして走査信号用カウンタ126は、50nsec. 毎にそれらのメモリに格納されているデータを読み出すためのデータ読出信号DRを、システムクロックSCLKのタイミングに同期してアナログAOM制御部130及び掃引信号発生部160に出力する。又、データ読出信号DRは、デコーダ127を介して走査信号コントローラ123にフィードバックされる。

【0083】ここで、デコーダ127には、予め最初の描画点P1に相当するカウント数S（後述する回折効率補正用メモリ162のアドレスSに対応している。）が与えられている。そして、データ読出信号DRが示すカウント数が当該カウント数Sに等しくなった時点で、デコーダ127は、データスタート信号DSTをディジタ

ルAOM制御部140及び150へ出力する。尚、走査信号コントローラ123は、走査スタートパルスSPを走査開始信号STとしてディジタルAOM制御部140、150へ出力する。

【0084】(C-4) アナログAOM制御部130

【0085】図11は、アナログAOM制御部130の電氣的構成をデータ処理部300と共に模式的に示したブロック図である。ここでアナログAOM用メモリ131の1400個の各アドレスには、レーザービームLB4の光量を乾板1の感度に応じた最適値に補正するためのアナログ変調信号補正データVAD(一定値)が予め格納されている。これらのデータ格納処理は、CPU310によるアドレス指定とメモリ320に格納されたアナログ変調信号補正データVADの出力により行われる。次に各構成要素の説明をする。

【0086】まず、アナログAOM用メモリ131の各アドレスに記憶されているアナログ変調信号補正データVADはデータ読出信号DRのタイミングで(50ns ec. 毎に)順次読み出され、D/A変換器132によりアナログ信号に変換された上でPGA(Programmable Gain Amp.)133に入力される。

【0087】ここで、PGA133のもう一方の入力端に接続されているゲインレジスタ134には、アナログAOM220として利用される音響光学素子の様々な規格の相違に対処できる様に、予め利得調整データがセットされている。更に、同じくアナログAOM220の規格の相違に対してPGA133のオフセットをコントロールすることができる様に、予めオフセット補正データがオフセットレジスタ135に与えられており、アナログ変調信号補正データVADは、D/A変換器136を介してオフセット補正データにより補正される。

【0088】その後、アナログ変調信号補正データVADは、ローパスフィルタ134に入力されて高調波成分が濾波された上で、アナログ変調信号VAとしてアナログAOMドライバ221へ出力される。この様にアナログ変調信号VAは、システムクロックSCLKに同期した信号である(そのレベルは一定値、その周波数は20MHz。)

【0089】(C-5) ディジタルAOM制御部140

【0090】図12は、ディジタルAOM制御部140の電氣的構成を模式的に示したブロック図である。尚、ディジタルAOM制御部150の構成もディジタルAOM制御部140と同一であるため、それらの説明については割愛する。

【0091】ここでディジタルAOM制御部140は、ラスタ信号化された画像信号SVRaをシステムクロックSCLKのタイミングでドット信号DOT1(ディジタル信号)へ変換するユニットである。従って、画像信号SVRaをシリアルに出力するために、画像信号S

VRaは先ずFIFOメモリに格納される。

【0092】次に、データ読出コントローラ141は、走査開始信号STにより読出開始状態になる。

【0093】その後、データスタート信号DSTがデコーダ127より発せられ、データ読出コントローラ141に入力されると、データ読出コントローラ141は、データスタート信号DSTのタイミングに同期した画像信号読出信号IRをFIFOメモリ142に出力する。その結果、画像信号Raが、画像信号読出信号IRのタイミングでFIFOメモリ142より読出され、ドット変換器143に送信される。

【0094】又、データ読出コントローラ141は、データスタート信号DSTに同期してドット数カウンタ144のカウントアップを行うとともに、画像信号読出信号IRをドット変換器143に出力する。

【0095】その結果、ドット変換器143は、画像信号読出信号IRのタイミングに同期してFIFOメモリ142から順次出力される画像信号Ra(J)とRa(J+1)との排他的論理和をとることにより、ON/OFF信号であるドット信号DOT1を作成する。尚、ドット変換器143自身は周知の技術を利用した装置であり、ここではその詳細な説明を省略する。

【0096】(C-6) 掃引信号発生部160

【0097】図13は、掃引信号発生部160の電氣的構成をデータ処理部300と共に模式的に示したブロック図である。同図に示す通り、掃引信号発生部160は、掃引信号VTを作成する部分と掃引信号VMを作成する部分とに大別される。

【0098】まず、直線性補正用メモリ161には、予め掃引信号VTに関する1400個の直線性補正データVTDが、出力インターフェース340を介してCPU310により与えられている。これらの直線性補正データVTDは、電圧制御発振器(VCO)166に於ける制御電圧に対する周波数特性の非線形性を補正するための信号である。そして、直線性補正データVTDは、データ読出信号DRのタイミングに応じて、即ち、50ns ec. 毎に直線性補正用メモリ161より順次読み出され、D/A変換器163aによりアナログ信号に変換された上でPGA164aに入力される。ここでPGA164aもまた、アナログAOM制御部130のPGA133と同様に、AOD270の規格に依拠してそのゲイン及びそのオフセットを補正するためのゲインレジスタ167a及びオフセットレジスタ168aを有している。

【0099】その後、PGA164aにより増幅された直線性補正データVTDは、ローパスフィルタ165aを介してVCO166に入力される。この直線性補正データVTDにより、VCO166の周波数特性はリニアとされ、VCO166より掃引信号VTが発振される。

【0100】この様に掃引信号発生部160において

は、AOD270の一走査時間内に(70 $\mu$ sec.)、1400個の直線性補正データVTDがシステムクロックSCLKのタイミングで次々にD/A変換され、掃引信号VTが形成される。

【0101】一方、回折効率補正用メモリ162に関しても、掃引信号VMに関する1400個の回折効率補正データVMDが、出力インターフェース340を介してCPU310により与えられている。但し、当該回折効率補正データVMDは、AOD270の回折効率の非線形性を補正可能とするデータであり、後述する補正方法により最適化されたものである。従って、補正中は、最適化されていない回折効率補正データVMD0が回折効率補正用メモリ162の各アドレスに格納されていることとなる。

【0102】次に、回折効率補正データVMDもまた、データ読出信号DRのタイミングに応じて、50nsec.毎に回折効率補正用メモリ162より順次読み出され、D/A変換器163bによりアナログ信号に変換された上でPGA164bに入力される。ここでPGA164bもまた、同様の理由により、ゲインレジスト167b及びオフセットレジスト168bを有している。そして、PGA164bにより増幅された回折効率補正データVMDは、ローパスフィルタ165bを経て、掃引信号VMとしてAODドライバ271に掃引信号VTと共に出力される。

#### 【0103】(D) 走査方法

【0104】図14は、描画システム10における走査手順を示したフローチャートである。以下、各ステップ毎に適宜構成図面を参照しつつその走査手順を説明する。

#### 【0105】(D-1) ステップS1

【0106】本ステップは、次のステップS2をも含めて、走査開始のための準備ステップに相当する。先ず、走査に必要な各種データが設定される。即ち、直線性補正データVTD及びアナログ変調信号補正データVAD(一定値)が、それぞれ直線性補正用メモリ161及びアナログAOM用メモリ131にCPU310より与えられる。

#### 【0107】(D-2) ステップS2

【0108】本ステップでは、AOD270の回折効率の非線形性補正に最適な掃引信号(偏向制御信号)VMが決定される。その決定方法を、図15～図17に示す。

#### 【0109】① ステップS21

【0110】焼き付けに使用するテストパターンの準備を行う。本実施例では、図19に例示される8 $\mu$ m幅のラインアンドスペースをテストパターンTPとして用いる。尚、図19中、(a)は乾板1へ焼き付けた後の当該テストパターンTPの全体を示した平面図であり、

(a)に於いて破線で囲まれた部分を拡大して当該テ

ストパターンTPの詳細を示したのが(b)である。又、図19のX方向及びY方向は、それぞれ図4のX方向及びY方向に該当している。

【0111】従って、テストパターンTPを描画するための画像信号SV<sub>TP</sub>は、図19(c)に示す様に、“0”レベルと“1”レベルとを交互に繰り返す信号となる。この画像信号SV<sub>TP</sub>は、CPU310のコントロールによって、画像入力装置400からラスタ変換部170に入力され、更にラスタ変換された上で、画像信号SVRa、SVRbとして、それぞれFIFOメモリ142、152に格納される。

#### 【0112】② ステップS22

【0113】回折効率補正用メモリ162のアドレスIと描画点Piとの関係を決定する。この関係決定により、最初の描画点P1に対応する回折効率補正用メモリ162のアドレスSを決定できることとなる。

【0114】ここで図26は、掃引信号VT、VMと描画点Pi(走査点に該当)との関係を示した説明図である。記述した通り、掃引信号VTは、直線性補正用メモリ161(アドレスI:1～1400)に記憶されている1400個の掃引信号データVTDにより、周波数の値を1400回変化する信号である。従って、AOD270より出射されるレーザービームLB5は、本来、1400個の偏向角を取り得ることができ、その結果、1400個の描画点を形成することができることになる。

【0115】しかし、実際的には、X方向への一走査の内、両端から数百点を除いた1024個の点が描画点P1(1:1～1024)として用いられる。従って、図26に示す様に、描画点P1から描画点P1024までの間のみ、レーザービームLB5が走査される。そのため、掃引信号VMの補正に先立ち、回折効率補正用メモリ162のアドレスIと描画点Piとの関係付けを行う必要があるわけである。これは、図18に示した一連の手順により決定される。

#### 【0116】1) ステップS221～S222

【0117】先ず、図22(a)に示す様に、回折効率補正用メモリ162のアドレスI(I:1～1400)の内、アドレスHからアドレスKまでの各アドレスに一定値Aを設定し、他のアドレスには一定値B(B<A)を設定する(ステップS221)。当該設定もまた、CPU310を介して行われる。

【0118】次に、この状態でレーザービームLB5を走査することにより、テストパターンTPを乾板1上に焼き付ける(ステップS222)。尚、掃引信号VTは、ステップS21に於いて、既に設定済みである。

#### 【0119】2) ステップS223

【0120】テストパターンTPを焼き付けた乾板1の透過度測定を行う。この測定は、図20に例示する様に、焼き付け面に対面した面下方から光(光源350よ

り出射した光)を乾板1へ照射し、乾板1を透過した光を焼き付け面上方に配置した顕微鏡360で拡大した上、当該顕微鏡360に具備されたCCDカメラ50で検出することにより行われる。CCDカメラ50により読み取られた透過光の光量、即ち乾板1の画像情報は、2次元の2値データ信号VPとして、ワークステーション300内に取り込まれ、CRTディスプレイ370上に表示される。

【0121】3) ステップS224~S226

【0122】ステップS224~S226は、CPU310内に於ける演算処理に相当している。

【0123】先ず、取り込んだ2値データ信号VPをX軸方向へ射像し、1次元のデータ信号へ変換する。この射像は、X軸上の走査ライン毎に、当該ライン上のY軸方向の透過度データを平均化する方法により実現される。次に、作成された1次元データ信号から走査ライン毎の透過度のピーク値を求め、各ピーク値間を補間することにより連続的な透過度曲線を算出する(ステップS224)。その様な平均化処理により得られる透過度曲線の一例を、図21(b)に示す。尚、同図(a)は、テストパターンTPを示している。

【0124】ステップS221により回折効率補正用メモリ162内に設定された掃引信号データに対応する透過度曲線は、図22(b)に示す曲線となる。同図に於いて横軸は描画点P1を示しており、特に描画点PHは設定値Aの影響を受けだした位置を、描画点PJは設定値Aの影響が最大値となる位置を、描画点PKは設定値Aの影響が無くなった位置を、それぞれ示している。

【0125】上記結果から、描画点PJに対応する回折効率補正用メモリ162のアドレスJを決定する(ステップS225)。即ち、アドレスJは、 $H + (PJ - PH)$ より容易に算出される。

【0126】更に、アドレスJと描画点PJの各データから、最初の描画点P1に対応する回折効率補正用メモリ162のアドレスSを算出する(ステップS226)。

【0127】③ ステップS23

【0128】回折効率補正用メモリ162の設定値を所定の範囲内で変化させて、当該設定値とレーザービームLB5の光量(焼き付け濃度)との関係を測定する。この測定においても又、上記テストパターンTPの焼き付け・透過光の光量測定を利用する。即ち、設定値VMIから設定値VMEまでの範囲に属する1400個の各設定値を、その値が小さいものから順に回折効率補正用メモリ162の各アドレスIに設定し(CPU310により行う)、レーザービームLB5を走査して乾板1の焼き付けを行う。その後、ステップS223、S224で述べた方法により1次元データとしての透過度データを算出する。

【0129】以上の手順により求められた透過度データ

を、図23(a)に示す。乾板1上の各描画点P1に於けるレーザービームLB5のビーム光量の大小は、透過度の大小と丁度逆の関係にある。即ち、ビーム光量の少ない部分では透過度が大きくなり、ビーム光量の多い部分では透過度が少なくなる。従って、ビーム光量は、図23(b)に示す通りとなる。

【0130】同図(a)、(b)より明白な通り、設定値VMIから設定値Mまでの範囲では、掃引周波数が比較的低周波数領域にあるため、AOD270に印加する電圧値、即ち掃引信号VMのレベルを大きくしていても当該回折効率補正用メモリ162の設定値と透過度乃至はビーム光量との関係は線形関係に保たれる。しかし、設定値Mを越えると掃引周波数が比較的高周波数となるため、AOD270の線形性が崩れる結果、設定値と透過度乃至はビーム光量との関係は非線形となり、設定値Pに於いて透過度乃至はビーム光量に極値が発生することとなる。従って、掃引周波数が比較的高周波数となる場合に於いてもなお線形性を保持するには、AOD270に印加する電圧値(掃引信号VMのレベル)を逆に小さくしなければならないこととなる。そこで、回折効率補正用メモリ162の各設定値を全て設定値M以下に調整する必要が生じる。

【0131】④ ステップS24~S25

【0132】上述した通り、回折効率補正用メモリ162の設定値と透過度乃至はビーム光量との関係が、線形となる領域LRに着眼する。特に本実施例では、以後の補正手順を簡易化する目的から、線形領域LRの中で最も透過度が小さくなる(ビーム光量が最も大きくなる)ときの設定値MをステップS23で得たデータから決定し(ステップS24)、当該設定値Mを初期値VMD0として回折効率補正用メモリ162の各アドレスIに設定する(ステップS25)。ここで設定後の各アドレスIの状態を、図24(a)に模式的に示す。

【0133】⑤ ステップS26~S29

【0134】設定後、再び図19または図21(a)に示したテストパターンTPを用いて、乾板1の焼き付けを実行する(ステップS26)。そして、図20に示す通り乾板1の透過度をCCDカメラ50で測定し、更に既述したY軸方向の各データの平均化処理を通じて1次元の透過度データT1を算出する(ステップS27)。算出後の透過度データT1を図24(b)に示す。既述した様に、回折効率補正用メモリ162のアドレスIが0~(S-1)、(S+1024)~1400の範囲では画像信号Vda、Vdbが印加されていないので、描画点P1~P1024についての透過度データT1のみが得られる。

【0135】次に、上記透過度データT1から、CPU310は、透過度の最大値TMAXと最小値TMINとを求め、両値TMAX、TMINの差である透過度差 $\Delta T$ ( $\geq 0$ )を算出する(ステップS28)。そして、当

該透過度差 $\Delta T$ が許容値 $\delta$ 以下であるか否かを判定する(ステップS29)。ここで $\Delta T \leq \delta$ の場合には補正が不要であるため、CPU310は、当該初期値VMD0を設定値VMDに決定し、当該設定値VMDを回折効率補正用メモリ162の各アドレスIに設定する(ステップS215)。

【0136】尚、透過度差 $\Delta T$ の算出・判定に代えて、ビーム光量の最大値と最小値との光量差を求め同様の判定を行っても良い。いずれの方法によっても同一の結果が得られる。従って、本発明に言うビーム光量の最大値\*10

$$\begin{aligned} VMAj(I) &= VMD0(I) \times \\ &\quad [1 - (1 - Ti(I) / TMAX) \times C] \\ (I &= S - 1 + i, i: 1 \sim 1024) \end{aligned}$$

【0140】数1は、より透過度が小さくなる(より焼き付け濃度が大きくなる)領域へ向かって、即ち、設定値Mから線形領域LR内の値へ向かって設定値VMD0を補正しようとするものである。尚、数1では、レーザー発振器210の発振出力の経時的変動や乾板1の現像条件のパラッキ等の諸条件を考慮して、補正係数Cの乗算を採用している。

【0141】そこで、当該補正係数Cの値として複数の値C1...を用意し(予めメモリ320に設定しておく)、これらの補正係数C1...を順次数1へ適用して複数の補正データVMAjを作成した上、各補正データVMAj(j: 1, 2, ...)をメモリ320内に格納する。尚、本実施例では、3つの補正データVMAj(j: 1~3)を作成することとしている。補正係数C1、C2、C3の値としては、例えば0.1(10%)、0.2(20%)、0.3(30%)をそれぞれ採用するようにしてもよい。これらの補正係数C1~C3を用いて算出した補正データVMA1~VMA3の一例を、図27に示す。

【0142】⑦ ステップS211

【0143】i) 先ずメモリ320から補正データVMA1(I)を取り出し、補正データVMA1(I)を回折効率補正用メモリ162の各アドレスIへ設定する。設定後、これらの補正データVMA1(I)を用いて乾板1を焼き付け、同様の方法により当該補正データVMA1(I)に対する透過度データT1iを算出し、更に透過度差 $\Delta T1$ を算出する。

【0144】ii) 次にメモリ320から補正データVMA2(I)を取り出し、補正データVMA2(I)を回折効率補正用メモリ162の各アドレスIへ設定する。設定後、同様にして当該補正データVMA2(I)に対する透過度データT2i及び透過度差 $\Delta T1$ を算出する。

【0145】iii) 更に補正データVMA3(I)に関しても同様の処理を行い、補正データVMA3(I)に対する透過度データT3i及び透過度差 $\Delta T3$ を算出する。

\*と最小値との光量差の判定とは、透過度差 $\Delta T$ の判定をも含む概念である。

【0137】⑥ ステップS210

【0138】本ステップは、CPU310による回折効率補正用メモリ162の設定値の補正ステップに相当する。当該補正は、透過度の最大値TMAX(焼き付け濃度最小)を基準として、次の数1に従って行われる。

【0139】

【数1】

【0146】⑧ ステップS212~S214

【0147】CPU310は、補正後の各透過度差 $\Delta Tj(j: 1 \sim 3)$ が関係式 $\Delta Tj \leq \delta$ を満足するか否かを判定する(ステップS212)。

【0148】ここで、透過度差 $\Delta T1 \sim \Delta T3$ の内に関係式 $\Delta Tj \leq \delta$ を満足するものがある場合には、CPU310は、その様な透過度差を与える補正データを最適な設定値VMDに決定し、当該設定値VMDを回折効率補正用メモリ162に設定する(ステップS214)。尚、図25(a)に、最適な設定値VMDを設定した際の回折効率補正用メモリ162の各アドレスを示すと共に、図25(b)に透過度データを示す。但し、本図では、各アドレスS~(S+1023)の設定値をそれぞれ設定値N1~N1024として表記している。

【0149】一方、透過度差 $\Delta T1 \sim \Delta T3$ のいずれもが上記関係式を満たさない場合には、CPU310は、透過度差 $\Delta T1 \sim \Delta T3$ の中で最小値となるものを求め、当該最小値を与える補正データVMAkを補正前の設定値VMD0に決定する(ステップS213)。その後CPU310は、新たな設定値VMD0を用いて、再びステップS210以下の補正処理を続行することとなり、関係式 $\Delta Tj \leq \delta$ を満足するまで、設定値VMD0の補正→焼き付け・透過度測定→透過度データ算出→透過度差算出→透過度差判定→透過度差の最小値算出→新設定値VMD0決定→設定値VMD0の補正という処理を繰り返すこととなる。

【0150】上記補正処理完了後、画像入力装置400を用いて本来描画すべき画像信号SVをラスタ変換部170に inputs。更にラスタ変換された画像信号SVRa、SVRbを、それぞれFIFOメモリ142、152に格納する。これらのプロセスも又、CPU310によってコントロールされている。

【0151】(D-3) ステップS3

【0152】前ステップにより最適な引引信号VM(第2偏向制御信号に相当)が決定されたので、本ステップS3においては、走査が開始される。



【0153】ここで図39は、描画システム10を用いて感材1に描画を行う場合の感材1と描画ヘッド33との相対的な動きを示した図である。但し、仮想線Y0は、描画ヘッド33の(±X)方向の移動経路位置を示している。

【0154】先ず、同図(a)に示す様に、描画ヘッド33が乾板1の左下隅付近の走査開始位置(走査原点)に来る様に、乾板1がY方向に移動される。そして、走査が開始される。

【0155】(D-4) ステップS4~S5

【0156】走査は、レーザービームLB5a、LB5bをX方向へ走査しつつ乾板1を±Y方向へ送ることにより行われる。尚、乾板1を+Y方向又は-Y方向へ送りながらX方向へ走査しても、各描画点P1は走査線L上から外れることなく一列に形成される様に、本描画システム10は設定されている。その様な技術は、本出願人の出願に係る特願平1-140099号公報の文献に開示されているので、ここではその説明を省略する。

【0157】以下では、(±Y)方向への走査に関して詳述することとし、X方向への走査に関しては、後述する実施例2に於いて詳細な説明を展開することとする。

【0158】先ず、乾板1は、描画の開始と共に(-Y)方向へ送られる。その様な状態を示したのが、図39(b)である。従って、最初のストライプに関する描画はY方向へ進行し、乾板1上の(-Y)方向への送りが完了した時点では、図35(c)に示した状態となっている。

【0159】次に、描画ヘッド33が、X方向に所定距離ΔXだけ移動する(同図(d))。この距離ΔXは、ストライプ間の相互配列間隔に等しい距離に設定されている。

【0160】その後、乾板1が逆にY方向に送られ、これにより第2番目のストライプについての描画が完了する(同図(e))。

【0161】以後、同様の往復走査が他のストライプについても繰返され(同図(f))、最終的には描画エリア内に所望の画像が記録された状態となって、走査が終了する(ステップS5)。

【0162】(2) 実施例2

【0163】(A) 技術的背景

【0164】実施例1の技術では、シリンドリカルレンズ等を用いずに正確に回折効率補正用メモリ162の設定値を補正できるので、従来技術に比べて格段の確度でAODの非線形性を補正することが可能となる。しかし、当該実施例1によっても、まだ十分にAODの非線形性を補正できるものではない。それは、次の理由に起因している。

【0165】即ち、超音波がAOD内を伝播する時間よりもAODの掃引信号VMが変化する時間のほうが長い場合には、確かに(掃引信号VMを逐次補正するとい

う)実施例1の技術によりAODの非線形特性を効果的に補正することができ、光量ムラの発生を十分に防止することが可能である。しかし、逆に、AODの掃引信号VMの変化時間が超音波の伝播時間よりも短くなる様な高速走査を行う場合には、実施例1の技術を用いてもなお光量ムラが発生し、効果的に光量ムラの発生を防止することができない。この様に、高速走査時に於いては光量ムラ発生防止がなお不十分となる理由としては、定性的には次の様に理解することができる。

10 【0166】先ず、AODに入射するレーザービーム自身は、数ミリ程度の幅を有している。これに対して、超音波の伝播速度は数百メートル/秒であり、超音波がAODの一端からその他端までに伝播するのに要する伝播時間は数十μ秒である。従って、掃引信号VMが超音波の伝播時間よりも早く変化する様な場合には、AOD中のレーザービームは、対応する超音波のみならず、レーザービームの周囲に存在する他の周波数の超音波からも相互作用を受けることになる。この相互作用を及ぼし得る超音波の周波数範囲は、掃引信号VMの変化時間が短い程、広くなると言える。尚、現状のシステムでは、約150もの異なる周波数/強度を持った超音波からの影響を考慮しなければならないことが確認されている。

20 【0167】ここで、図44は、上記説明の理解をより一層明らかにするために模式的に描かれた説明図である。同図は、丁度、周波数f1の制御信号VT、振幅V1の掃引信号VMをAOD270Eに印加して、AOD270E内に周波数f1の超音波を励振した場合を示している。このとき、AOD270Eにより回折されたレーザービームLB03は、描画点P1を照射する。又、本図には、レーザービームLB03が描画点P1-2から描画点P1-1、描画点P1へと順次走査される様子が示されている。しかも、本図は、各描画点P1-1~P1に対応する各周波数の超音波がAOD270E内全体にまで拡がる前に、制御信号VTO、VMOが変化する場合を示している。

40 【0168】同図に示す通り、周波数f1の制御信号VT、振幅V1の掃引信号VMをAOD270Eに印加した際には、周波数f1の超音波の他に、それぞれ先の描画点P1-2、P1-1に対応した周波数f1-2、f1-1の超音波もAOD270E内に存在することとなる。このため、AOD270Eに入射したレーザービームLB02のビーム径の範囲内には上記3つの超音波が存在し、レーザービームはこれらの超音波それぞれから影響をうけることとなるわけである。

50 【0169】逆に、実施例1等が効果を発揮した場合、即ち、掃引信号VMの変化時間が超音波の伝播時間よりも遅い場合には、レーザービームLB02がAOD270Eに入射した際には対応する一種類の超音波(周波数f1)しか存在しないこととなるため、回折効率はレーザービームLB02と周波数f1の超音波との相互作用



より決定され、測定した光量データから掃引信号VMを正確に且つ容易に補正することが可能となるわけである。

【0170】以上述べた通り、高速走査時には、AODの回折効率を補正するには、多数の超音波からの影響を考慮しなければならないことになる。しかし、その様な回折効率の補正（掃引信号VMの補正）を全ての描画点について実際に行うのは、次の通り、極めて困難であると考えられる。

【0171】即ち、全描画点の内の一点について掃引信号VMの補正データを測定結果から変更すると、他の描画点の掃引信号VMの補正データもその影響を受け、変更する必要があるに生じる。図44の例で言えば、描画点P1の補正データを修正すると、続いて描画点Pi-1の補正データを、更には描画点P1-2の補正データをも修正する必要がある。この様に各描画点で励振される超音波の強度を変えていくと、光と各超音波との相互作用も変わるため、再び描画点Piから順次、補正データを修正してゆかねばならないという悪循環に陥ることとなる。従って、光量測定データ乃至は透過度測定データから直接に掃引信号VMを逐次補正するという方法では、到底、正確な掃引信号VMの補正データを得ることが出来ないこととなる。

【0172】又、全描画点の内の一点の光量を変化させるためには、掃引信号VMの補正データを格納するメモリに於いて、そのアドレスの内、どのアドレスに格納されたデータを修正すればよいのかが不明確となる欠点もある。

【0173】以上述べた観点から、直接に掃引信号VMを逐次補正する技術は、高速走査の場合には適していないことが理解される。

【0174】更に、光学系の調整状態によっては、レーザービームがAODに入射する位置や入射時のビーム径が微妙に異なる。このことは、掃引信号VMの補正データが光学系の調整状態にも依存することを意味する。又、描画点毎にレーザービームのビーム形状が微妙に相違する場合にも、掃引信号VMの補正データがその影響を受けることとなる。従って、上記技術では、これらの影響までも考慮に入れて掃引信号VMを補正しなければならないこととなる。このような補正は、到底、現実的でないと言える。

【0175】以上より、実施例1等の様にAODの掃引信号を直接的に補正乃至は変更する方法では、高速走査時の光量ムラを十分満足のいく程度までに防止することができないものであった。

【0176】(B) 描画システム10Aの電氣的構成

【0177】描画システム10Aの機械的構成及び光学の構成自身は実施例1の描画システム10のそれらと同一であるため、それらの説明については省略する。電氣的構成については、異なる点を中心に以下説明する。

【0178】(B-1) 走査光学系の全体構成

【0179】図33は、走査光学系200Aの構成を模式的に示した構成図であり、図1に対応している。図1との相違点は、次の通りである。即ち、掃引信号VMが常に一定値に設定されており、逆にアナログ変調制御信号VAは掃引信号VTに同期した信号であって、しかも後述する補正方法により各描画点Piに於ける光量乃至は透過度が実質的に一定となる様に最適化された信号である。従って、本走査光学系200Aに於けるアナログAOM220は、単にレーザービームLBの光量を乾板1の感度に適した光量へ減衰するのみならず、アナログ変調制御信号VAの変化に応じて出射レーザービームLB1の光量を制御し、AOD270の非線形性を補正することとなる。この様にアナログAOM220は、光量制御と光量ムラ補正とを同時に行う役目を担っている。

【0180】この様に本走査光学系200Aにおける特徴は、AOD270自身の非線形特性を直接的に補正しようとするのではなく、アナログAOM220により光量を制御することによりAOD270自身の非線形特性による影響を打ち消そうとするものである。そのためにはアナログAOM220に印加されるアナログ変調制御信号VAを適切化することが必要であり、その様な適切化方法が、後程説明する通り、本実施例2の特徴とするところである。このような構成を着眼させることとなった基本的な技術的思想ないしは基本的着眼点は、次の通りである。

【0181】即ち、本発明は、AOMに於ける超音波の伝播速度が、AODに於ける超音波の伝播速度に較べて5倍以上速いということに基礎を置くものである。その様な相違が生じるのは、AODに於いては横波の超音波が利用されているのに対して、AOMに於いて利用されている超音波は縦波であるということに起因している。具体例として、AOM及びAOD両者に於ける超音波の特性を、図45に例示する。但し、図45に例示されたデータは、二酸化テルル単結晶を音響光学媒体として用いた場合である。同図に示す通り、AOMに於ける超音波の音速は4260m/秒であるのに対して、AODに於ける超音波の音速は650m/秒である。

【0182】この様にAOMに於ける超音波の音速が高速であるということは、AOMによるアナログ変調の際にAOMに入射したレーザービームに影響を与える超音波の数がAOM内では少なく、その結果、AOMに印加されるアナログ変調制御信号とAOMより出射したレーザービームの光量との間の線形性が良いという利点をもたらす。即ち、AOMに印加する変調制御信号を高速で変化させる場合でも、当該変調制御信号を容易に補正することができる。このことは、AOD270の掃引信号VTの周波数が低速で変化する場合も勿論、高速で変化する様な場合においても、アナログAOM220を適切に変調制御することによって、容易にAOD270に於

ける回折効率を補正できることを暗示している。従って、アナログAOM220の変調制御信号VAを補正することは、光量ムラの発生防止のために適した技術であると考えられるのである。

【0183】更に、本発明は、AOMに於けるパルス応答時間がAODと比較して数百倍も速いことをも、着眼点の基礎としている。例えば、AOMに於けるパルス応答時間は、9~12nsec.である。このAOMの特徴は、後述する回折効率補正メモリのアドレスと描画点の位置との関係を容易に定めることができるという利点をもたらす。

【0184】(B-2) 描画制御装置100Aの構成

【0185】図34は、図8に対応した構成図であり、異なる所は、アナログAOM制御部130Aと掃引信号発生部160Aとである。その他の構成部分は、図8のそれらと同一である。

【0186】ここでCPU310は、CCDカメラ50により測定された2次元データ信号VPから1次元の透過度データを作成し、その透過度データに基づきアナログ変調制御信号VA用のデータを補正するとともに、その補正後のデータをデータバス350を介してアナログAOM制御部130Aに送信する。そしてアナログAOM制御部130Aは、データ読出信号DRのタイミングに基づき記憶するアナログ変調制御信号VA用のデータを読み出し、アナログ変調制御信号VAを作成する。そして、アナログ変調制御信号VAをアナログAOMドライバ221へ出力する。アナログAOMドライバ221は、アナログ変調制御信号VAをドライブ信号として適したアナログ変調制御信号VA1に変換する。

【0187】又、CPU310は、掃引信号発生部160Aに対してもデータバス350を介して掃引信号VT、VM(アドレス毎に予め定まった値)に関するデータを送信する。

【0188】① アナログAOM制御部130A

【0189】図35は、アナログAOM制御部130Aの構成を示したブロック図であり、図11に対応するものである。実施例1との相違点は、アナログAOM用メモリ131に格納されているアナログ変調信号設定値VADにある。即ち、アナログAOM用メモリ131の各アドレスには、AOD270の回折効率の非線形性を補正するための1400個のアナログ変調信号設定値VADが予め格納されている。但し、補正段階では、アナログ変調信号補正データVAD0が補正処理毎に更新・格納されている。これらのデータ格納処理は、次の様に行われる。

【0190】即ち、CCDカメラ50により検出された1024個の描画点毎の透過度データ(光量データに対応)VPは、入力インターフェース330を介してCPU310へ伝送される。CPU310は、これらの透過度データVPに基づきアナログ変調信号補正データVA

D0を算出し、これらのデータVAD0を出力インターフェース340を介してアナログAOM用メモリ131に出力する。これにより、アナログ変調信号補正データVAD0が、アナログAOM用メモリ131の対応するアドレスに格納される。これらの補正データ算出方法が、本実施例2の特徴部分である。

【0191】② 掃引信号発生部160A

【0192】図36は、掃引信号発生部160Aの電氣的構成を模式的に示したブロック図であり、図13に対応するものである。実施例1との相違点は、回折効率補正用メモリ162に格納されている回折効率補正データVMDにある。即ち、回折効率補正用メモリ162の各アドレスには、掃引信号VMに関する1400個の回折効率補正データVMDが、出力インターフェース340を介してCPU310により予め与えられている。但し、これらの回折効率補正データVMDは、AOD270の回折効率の非線形性を完全に補正するためのデータではなく、単にアナログ変調制御信号VAによるAOD270の回折効率の非線形性補正を補助するための補正データにすぎない。従って、これらの回折効率補正データVMDは、一定値とされている。

【0193】(C) 走査方法

【0194】図28は、描画システム10Aにおける走査手順を示したフローチャートである。実施例1と相違するところは、ステップSA1、SA2であり、以下これらの相違点を中心に説明する。

【0195】(C-1) ステップSA1

【0196】先ず、走査に必要な各種データが設定される。即ち、直線性補正データVTD及び回折効率補正データVMD(一定値)が、それぞれ直線性補正用メモリ161及びアナログAOM用メモリ131にCPU310より与えられる。

【0197】(C-2) ステップSA2

【0198】本ステップでは、AOD270の回折効率の非線形性補正に最適なアナログ変調信号設定値VAD(変調制御信号VA)が決定される。その決定方法を、図29~図32に示す。

【0199】① ステップSA21

【0200】焼き付けに使用するテストパターンの準備を行う。本ステップは、ステップS21と同一であり、同じく図19のラインアンドスペースをテストパターンTPとして用いる。

【0201】② ステップSA22

【0202】アナログAOM用メモリ131のアドレスIと描画点P1との関係を決定する。この関係決定により、最初の描画点P1に対応するアナログAOM用メモリ131のアドレスSを決定できる。この決定は、図32に示した一連の手順により決定される。

【0203】先ず、CPU310は、アナログAOM用メモリ131のアドレスI(I:1~1400)の内、

アドレスHからアドレスKまでの各アドレスに一定値Aを設定し、他のアドレスには一定値B ( $B < A$ ) を設定する(ステップSA221)。そして、この状態でレーザービームLB5を走査し、テストパターンTPを乾板1上に焼き付ける(ステップSA222)。

【0204】次に、テストパターンTPを焼き付けた乾板1の透過度測定を行う(ステップSA223)。この測定は、図20に例示した方法で同じく行われる。

【0205】更に、取り込んだ2値データ信号VPから1次元のデータ信号である透過度データを作成し(ステップSA224)、既述したステップS225~S226と同一方法により、最初の描画点P1に対応するアナログAOM用メモリ131のアドレスSを決定する(ステップSA225~SA226)。

【0206】③ ステップSA23~SA25

【0207】アナログAOM用メモリ131の設定値を所定の範囲内で変化させて、当該設定値とレーザービームLB5の光量(焼き付け濃度)との関係を測定する。この測定も又ステップS23に対応しており、上記テストパターンTPの焼き付け・透過光の光量測定を利用する。ここで得られる測定結果も又、図23に対応したものとなる。同じく、アナログAOM用メモリ131の設定値と透過度乃至はビーム光量との関係が線形となる領域LRに着眼し、本実施例2に於いても当該線形領域LRの中で最も透過度が小さくなる(ビーム光量が最も大きくなる)ときの設定値M1を決定する(ステップSA24)。そして、当該設定値M1を初期値VAD0とし\*

$$\begin{aligned} VAA_j(i) &= VAD0(i) \times \\ &\quad [1 - (1 - T_i(i) / TMAX) \times C] \\ (i &= S - 1 + 1, i: 1 \sim 1024) \end{aligned}$$

【0213】そして、関係式 $\Delta T T_j \leq \Delta$ を満足させた補正データVAAjをアナログ変調信号設定値VADに決定し、当該設定値VADをアナログAOM用メモリ131へ格納する(ステップSA214)。以上により、最適なアナログ変調信号設定値VADが正確に求められたので、描画すべき本来の画像信号SVを、CPU310を用いて画像入力装置400からラスタ変換部170へ入力し、更にラスタ変換された画像信号SVRa、SVRbを、それぞれFIFOメモリ142、152に格納する。

【0214】(C-3) ステップSA3~SA5

【0215】前ステップS2により最適なアナログ変調制御信号VA(第2のアナログ変調制御信号に相当)が決定されたので、走査を開始する(ステップSA3~SA4)。

【0216】(±Y)方向への走査については実施例1で既述した通りであるので、ここでは、X方向への走査について説明する。

【0217】図37は、各制御信号VT、VAのタイミ

\*て、アナログAOM用メモリ131の各アドレスIに設定する(ステップSA25)。

【0208】④ ステップSA26~SA215

【0209】初期値VAD0を用いて同様に乾板1を焼き付け(ステップSA26)、再び焼き付け後の乾板1の透過度をCCDカメラ50で検出・算出し(ステップSA27)、透過度の最大値と最小値との差である透過度差 $\Delta T T$ を算出する(ステップSA28)。そして、当該透過度差 $\Delta T T$ が関係式 $\Delta T T \leq \Delta$ を満足するか否かを判定する(ステップSA29)。尚、当該許容値 $\Delta$ は、実施例1での許容値 $\delta$ と $\Delta < \delta$ の関係にある。従って、実施例2では、実施例1と比較してより正確な光量ムラ補正が追求されている。

【0210】ここで関係式 $\Delta T T \leq \Delta$ を満足する場合には、初期値VAD0をアナログ変調信号設定値VADに決定し、当該設定値VADをアナログAOM用メモリ131へ格納する(ステップSA215)。

【0211】関係式 $\Delta T T \leq \Delta$ を満足しない場合には、当該関係式を満足するまでステップSA210~SA213に示す一連の補正処理を実行する。これらの補正処理は、その補正対象がアナログ変調信号設定値VAD0となる点を除いて、基本的には実施例1の場合(ステップS210~S213)と同様である。従って、ここでも、数2の補正係数Cを変えて3種類の補正データVAAj ( $j: 1 \sim 3$ )を作成している。

【0212】

【数2】

ングを示すタイミングチャートである。同図において、(a)は掃引信号VTを、(b)はレーザー測長器40より発せられるY方向の位置情報信号Syを、(c)はアナログ変調制御信号VAを、(d)はドット信号DOT1を、(e)は時間軸を示している。

【0218】又、時刻T1からT1Eまで、時刻T2からT2Eまで、時刻T3からT3Eまでの各時間が、X方向への掃引時間T0である。従って、時刻T1EからT2、時刻T2EからT3、時刻T3EからT4までの時間は、描画ヘッド33の±Y方向への移動時間に相当している。又、時刻t1Sからt1E、時刻t2Sからt2E、時刻t3Sからt3E、時刻t4Sからt4Eまでの各時間が、X方向へのレーザービームLB5の走査時間に相当している。尚、以下の説明では、便宜上、時刻T1から時刻T1Eまでの一つの掃引時間内に限ることとする。

【0219】まず、Y方向の位置情報信号Syが、時刻T1においてLレベルからHレベルに立上がる。即ち、時刻T1が、X方向の走査開始時刻となる。そして、位

位情報信号 $S_y$ の立上がり同期して、掃引信号 $V_T$ の周波数変化が開始する。この掃引信号 $V_T$ は、時刻 $T_1$ から時刻 $T_1E$ までの間に、最大周波数 $f_{max}$ から最小周波数 $f_{min}$ まで変化する。

【0220】更に、アナログ変調制御信号 $V_A$ もまた、掃引信号 $V_T$ に同期して、時刻 $T_1$ から時刻 $T_1E$ まで出力される。しかし、ドット信号 $DOT$ は、時刻 $T_1$ から時刻 $t_1S$ までの時間内は $L$ レベルにあるため、レーザービーム $LB_5$ は感材 $1$ 上を走査されない。

【0221】一方、時刻 $t_1S$ から時刻 $t_1E$ までの間は、ドット信号 $DOT_1$ は、画像信号 $SV$ を反映したパルス信号として出力され、レーザービーム $LB_5$ が感材 $1$ 上を走査される。即ち、時刻 $t_1S$ 及び $t_1E$ における感材 $1$ 上のビーム位置が、それぞれ描画点 $P_1$ 及び $P_{1024}$ である。

【0222】ここで、図38は、時刻 $T_1$ から時刻 $t_14$ までの時間内、各制御信号 $V_A$ 等のタイミングをより詳細に示したタイミングチャートである。本図により、各制御信号 $V_A$ 、 $V_{Da}$ 及び掃引信号 $V_T$ が走査時間中システムクロック $CLK$ に同期して変化することが、一層明確に例示されることになる。

【0223】同図に示す通り、時刻 $T_1$ から時刻 $t_1S$ までは、アナログ変調制御信号 $V_A$ は一定値 $M$ である。

【0224】今、デジタル変調制御信号 $V_{Da}$ が図38(d)の様に变化するものとすれば、時刻 $t_1S$ では周波数 $f_1$ に対応した偏向角でレーザービーム $LB_5$ が $AOD270$ より出射され、レーザービーム $LB_5$ は描画点 $P_1$ にて感材 $1$ を露光する。その際、アナログ変調制御信号 $V_A$ は初期値 $M$ から最適値 $V_1$ に変化しており、アナログAOM220は、描画点 $P_1$ におけるレーザービーム $LB_5$ の光量が光量 $(P_0 - \Delta/2)$ から光量 $(P_0 + \Delta/2)$ の範囲内となる様に、レーザービーム $LB$ の光量を制御する。尚、許容値 $\Delta$ は、光量の中心値 $P_0$ に比べて十分に小さな値である。

【0225】次に、時刻 $t_12$ では、レーザービーム $LB_5$ が周波数 $f_2$ に対応した偏向角で $AOD270$ より出射され、描画点 $P_2$ において感材 $1$ を露光する。その際、アナログ変調制御信号 $V_A$ は最適値 $V_2$ に変化しており、同じくアナログAOM220は、描画点 $P_2$ におけるレーザービーム $LB_5$ の光量が光量 $(P_0 - \Delta/2)$ から光量 $(P_0 + \Delta/2)$ の範囲内となる様に、レーザービーム $LB$ の光量を制御する。以下、時刻 $t_13$ 、 $t_14$ においても同様に、アナログAOM220は、描画点 $P_3$ 、 $P_4$ におけるレーザービーム $LB_5$ の光量を一定化する様に機能する。

【0226】図38(f)は、同図(a)～(d)に例示した各信号の変化に応じて感材 $1$ 上に形成されるレーザービーム $LB_5a$ のビームスポットを例示したものである。これらのビーム光量は、上記した通り、常に光量 $(P_0 - \Delta/2)$ から光量 $(P_0 + \Delta/2)$ の範囲内と

なる。

### 【0227】(3) 実施例3

【0228】実施例3は、回折効率補正用メモリの設定値とアナログAOM用メモリの設定値の両方を順次補正するものであり、実施例1と実施例2とを組み合わせたものに該当している。これにより、実施例1との関係では言うに及ばず、実施例2よりも更に一層光量ムラの発生を防止できることとなる。その様な一連の手順を、図40のフローチャートに示す。

【0229】先ずステップSB2では、アナログAOM用メモリの各アドレスに一定値を設定しておき、実施例1と同一の方法により最適な回折効率補正用メモリの設定値 $VMD$ を決定する。但し、本ステップSB2に於ける許容値(実施例1のステップS29に於ける許容値 $\delta$ に相当)を、許容値 $\delta_1$ とする。

【0230】次にステップSB3では、上記設定値 $VMD$ を用いて、実施例2に準じる方法により最適なアナログAOM用メモリの設定値 $VAD$ を決定する。尚、本ステップSB3に於ける許容値 $\delta_2$ は(実施例2のステップSA29に於ける許容値 $\Delta$ に対応)、関係式 $\delta_2 < \delta_1$ を満たす様に設定されている。又、許容値 $\delta_2$ は、既述した通り、関係式 $\delta_2 < \Delta < \delta_1$ をも満足する。

【0231】尚、実施例3に於ける走査光学系200B及び描画制御装置100Bの構成を、図41～図42に示す。

### 【0232】(4) 変形例

【0233】(1) 本描画システム10A、10Bでは、アナログ変調制御信号補正データ $VAD$ の初期値設定に当り、アナログAOM用メモリ131の各アドレス1に一律に一定値 $M$ を設定した。しかし、本実施例2～3の補正方法を繰返し行えば、アナログ変調制御信号 $V_A$ を適正化するための最適なアナログ変調制御信号補正データ $VAD$ に関するデータが蓄積されることとなるので、これらのデータを基にすれば、設定すべき最適な初期値をある程度予測できる様になる。そこで、その様な予測に基づきアナログAOM用メモリ131のアドレス毎に異なる初期値を設定した上で、その後の各ステップを続行する様にしても良い。

【0234】(2) 本走査光学系200では、2台のデジタルAOM240、250にそれぞれデジタル変調信号 $V_{Da}$ 、 $V_{Db}$ を印加することにより、レーザービーム $LB_2a$ 、 $LB_2b$ のオン・オフを制御していたが、これに限られるものではない。

【0235】即ち、図43に示す様に、レーザー発振器210として半導体レーザーを用いる場合には、ドット信号作成部190において作成されたドット信号により半導体レーザーを直接オン・オフすることができるようになるので、デジタルAOM240、250が不要となる。このドット信号作成部190は、図8のデジタルAOM制御部140、150に相当するものである。但

し、この場合には、2台の半導体レーザーLDa、LDbが必要となる。

【0236】(3) 上の実施例1~3では、主として、レーザービームLB5を高速走査する場合(本実施例では、走査時間70 $\mu$ sec.)に関していた。しかし、本発明は、高速走査のみならず、従来技術の適用範囲である低速走査の場合にも適用できることは明らかである。この場合にも、各描画点における光量が許容範囲内に属するように補正できる。

【0237】(4) 本実施例1~3では、2本のレーザービームLB5a、LB5bを走査する場合について関していたが、これに限定されるものでもない。即ち、1本のレーザービームLB5aの走査のみによって描画するようにしてもよい。この場合には、ビームスプリッタ等が不要となる。又、3本以上の複数のレーザービームを走査する様にしてもよい。この場合には、レーザービームの本数に対応した数のデジタルAOMを用意する必要がある。

【0238】(5) 本実施例1~3では、回折効率補正用メモリ162(実施例1、3)やアナログAOM用メモリ131(実施例2、3)への初期値設定に当たり、線形領域LRの中で透過度が最小となる設定値Mを当該初期値に設定してしたが(図23参照)、これに限定されるものでもない。即ち、上記線形領域LRの中の任意の値、例えば図23に示す値M1を初期値に設定することもできる。この場合には、透過度がより大きくなる様に又はより小さくなる様に、2方向に関して設定値VMD又はVADを補正できる。

【0239】

【発明の効果】

1) 請求項1に係る発明は、第1偏向制御信号の補正に必要な走査光の光量データをCCDカメラ等の光検出器を用いて直接測定することにより生じる問題点を回避することができ、高確度で走査光の光量データを検出できる。その結果、本発明は、光偏向素子の回折効率の非線形性補正に必要な第2偏向制御信号を容易に最適化できる。

【0240】2) 請求項2に係る発明は、第1変調制御信号の補正に必要な走査光の光量データをCCDカメラ等の光検出器を用いて直接測定することにより生じる問題点を回避することができ、高確度で走査光の光量データを検出できる。その結果、本発明は、光偏向素子の回折効率の非線形性を補正する際に必要となる第2変調制御信号を容易に最適化できる。

【0241】尚、本発明は、光変調素子に印加する第2変調制御信号を直接補正しているので、請求項1の発明と比較してより一層正確且つ容易に光偏向素子の回折効率の非線形性を補正できる。

【0242】3) 請求項3に係る発明は、第1偏向制御信号の補正に必要な第1光量データと第1変調制御信号

の補正に必要な第2光量データとを高確度で検出でき、光偏向素子の回折効率の非線形性補正に必要な第2偏向制御信号及び第2変調制御信号を共に容易に最適化できる。

【0243】尚、本発明は、光変調素子と光偏向素子とを補正対象としており、請求項1及び2の発明と比較してより一層正確且つ容易に光偏向素子の回折効率の非線形性を補正できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に於ける走査光学系の主要構成部分を示したブロック図である。

【図2】描画システムの機械的構成を示した斜視図である。

【図3】描画システムの電氣的構成を模式的に示した構成図である。

【図4】描画システムにおける描画の基本的原理を示した説明図である。

【図5】走査光学系の光学的構成を具体的に示した構成図である。

【図6】走査光学系の光学的構成を具体的に示した構成図である。

【図7】走査光学系の光学的構成を具体的に示した構成図である。

【図8】実施例1に於ける描画制御装置の全体構成を示したブロック図である。

【図9】クロックの構成図である。

【図10】走査信号発生部の電氣的構成図である。

【図11】実施例1に於けるアナログAOM制御部の電氣的構成図である。

【図12】デジタルAOM制御部の電氣的構成図である。

【図13】実施例1に於ける掃引信号発生部の電氣的構成図である。

【図14】実施例1に於ける走査手順を示したフローチャートである。

【図15】実施例1に於ける走査手順を示したフローチャートである。

【図16】実施例1に於ける走査手順を示したフローチャートである。

【図17】実施例1に於ける走査手順を示したフローチャートである。

【図18】実施例1に於ける走査手順を示したフローチャートである。

【図19】テストパターンを示したフローチャートである。

【図20】透過度の検出方法を示した説明図である。

【図21】1次元データとしての透過度を示した説明図である。

【図22】アドレスSの決定方法を示した説明図である。

37

- 【図23】初期値の決定方法を示した説明図である。  
 【図24】透過度データの一例を示した説明図である。  
 【図25】補正後の透過度データの一例を示した説明図である。  
 【図26】描画点を示した説明図である。  
 【図27】補正後の設定値を示した説明図である。  
 【図28】実施例2に於ける走査手順を示したフローチャートである。  
 【図29】実施例2に於ける走査手順を示したフローチャートである。  
 【図30】実施例2に於ける走査手順を示したフローチャートである。  
 【図31】実施例2に於ける走査手順を示したフローチャートである。  
 【図32】実施例2に於ける走査手順を示したフローチャートである。  
 【図33】実施例2に於ける走査光学系の主要構成部分を示したブロック図である。  
 【図34】実施例2に於ける描画制御装置の全体構成を示したブロック図である。  
 【図35】実施例2に於けるアナログAOM制御部の電氣的構成図である。  
 【図36】実施例2に於ける掃引信号発生部の電氣的構成図である。  
 【図37】走査のタイミングチャートである。  
 【図38】走査のタイミングチャートである。  
 【図39】Y方向への走査を示す説明図である。  
 【図40】実施例3に於ける走査手順を示したフローチャートである。  
 【図41】実施例3に於ける走査光学系の主要構成部分

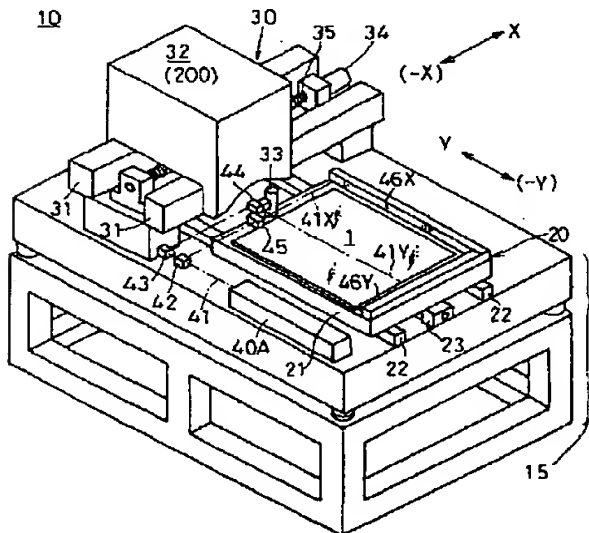
38

- を示したブロック図である。  
 【図42】実施例3に於ける描画制御装置の全体構成を示したブロック図である。  
 【図43】変形例を示したブロック図である。  
 【図44】AODに於ける光の回折を示した説明図である。  
 【図45】AODの特性とAOMの特性との比較を示した説明図である。  
 【図46】従来の走査光学系の主要構成部分を示したブロック図である。  
 【図47】従来技術の問題点を指摘した説明図である。

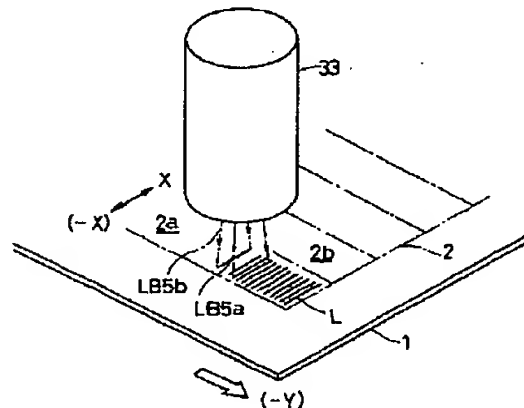
## 【符号の説明】

1	感材
100	描画制御装置
200	走査光学系
210	レーザー発振器
220	アナログAOM
270	AOD
310	CPU
LB5	レーザービーム
VA	アナログ変調制御信号
VT	掃引信号
VM	掃引信号
SCLK	システムクロック
131	アナログAOM用メモリ
50	CCDカメラ
161	直線性補正用メモリ
162	回折効率補正用メモリ
VAD	アナログ変調信号設定値
VMD	掃引信号設定値

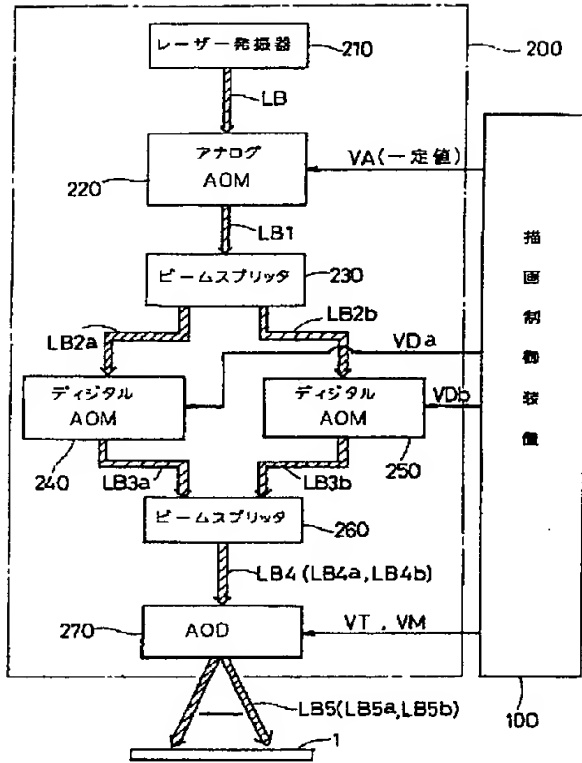
【図2】



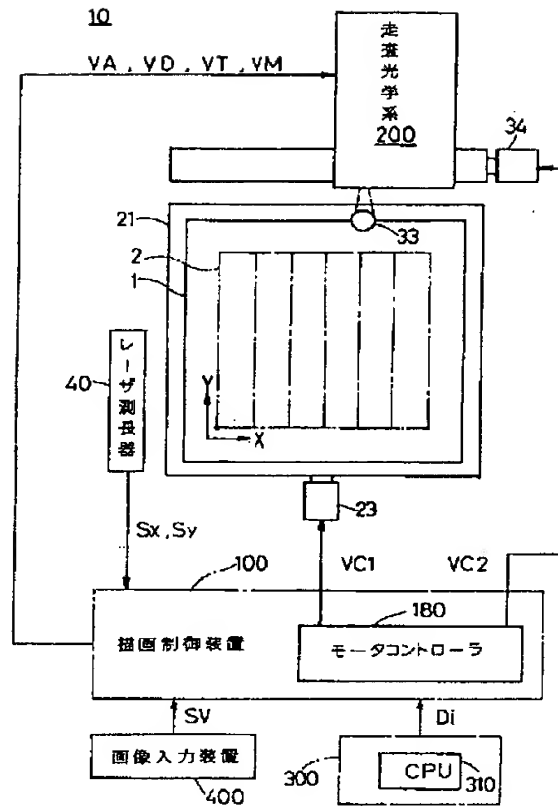
【図4】



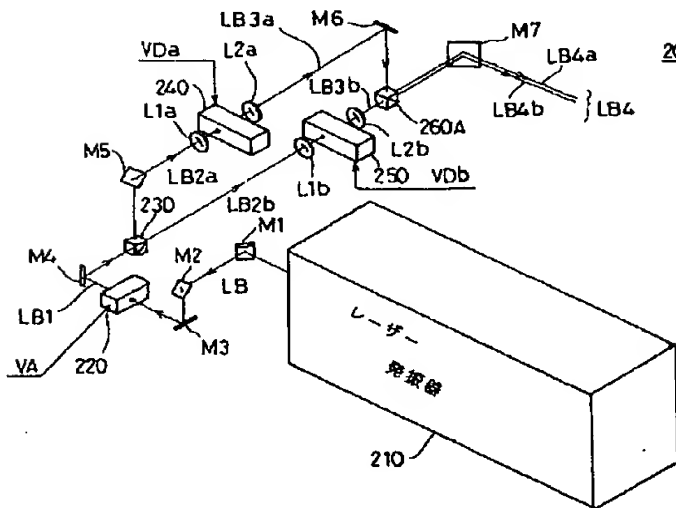
【図1】



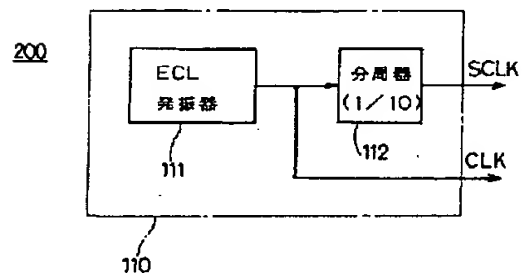
【図3】



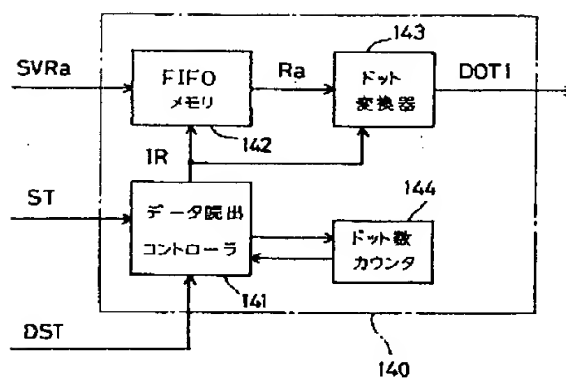
【図5】



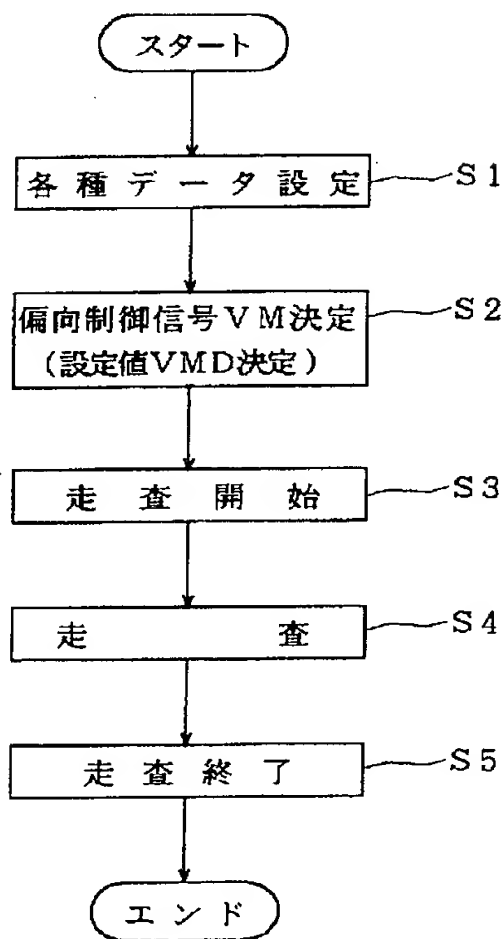
【図9】



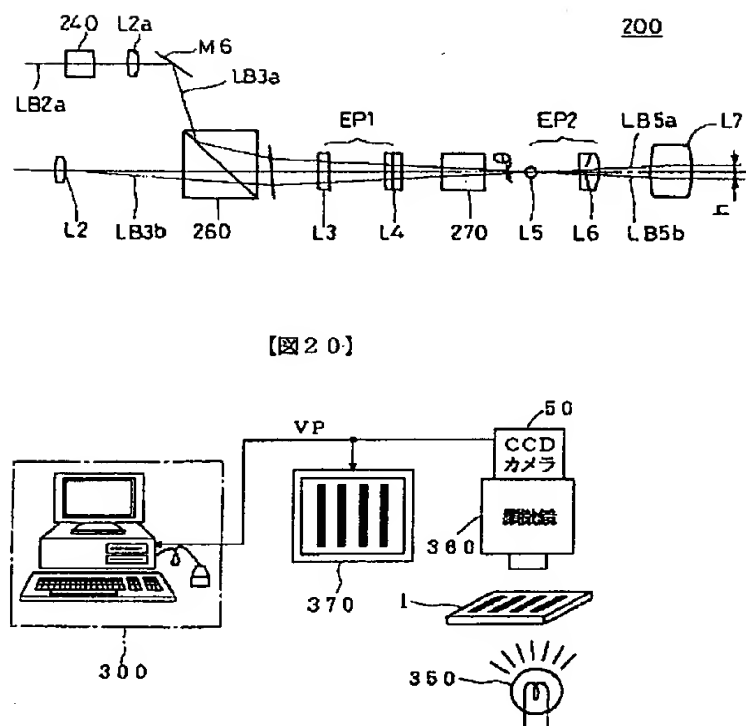
【图 1.2】



【図 14】



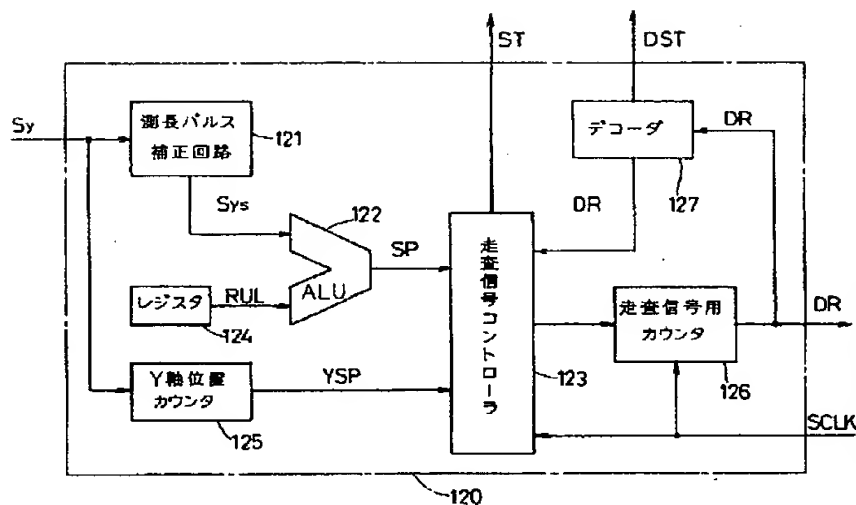
【图 20】



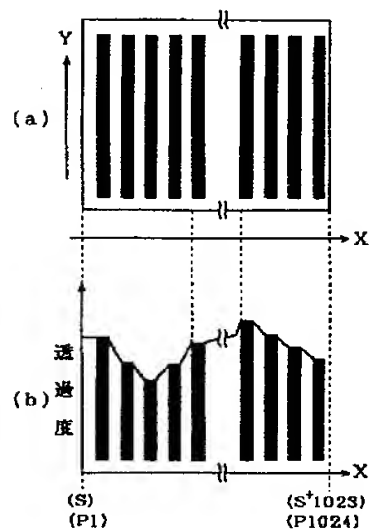




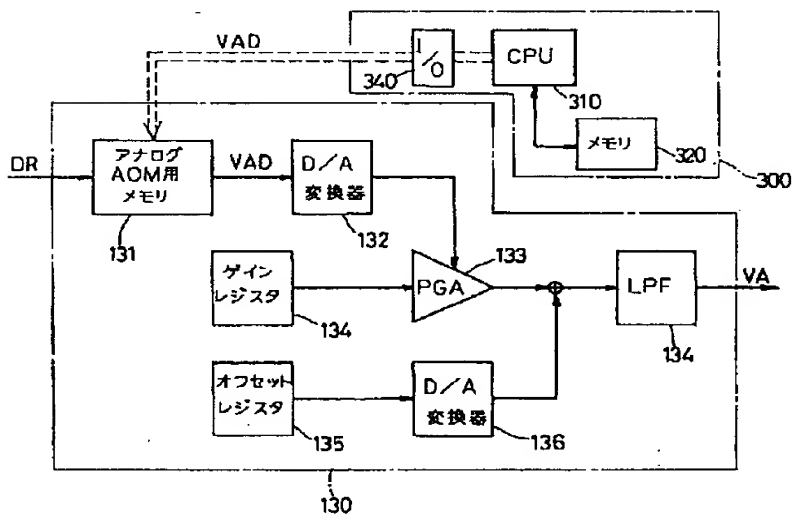
【図10】



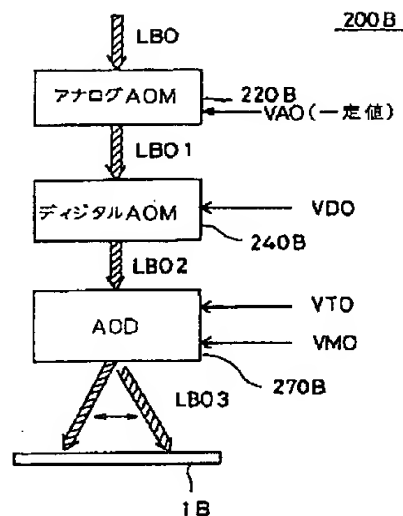
【図21】



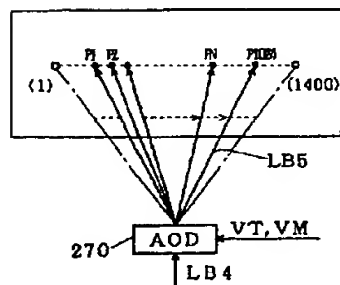
【図11】



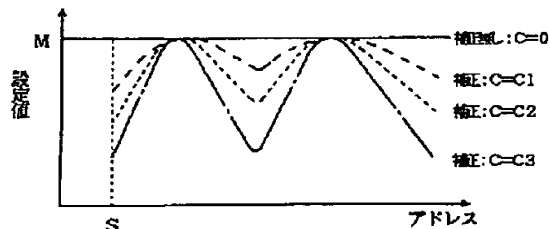
【図46】



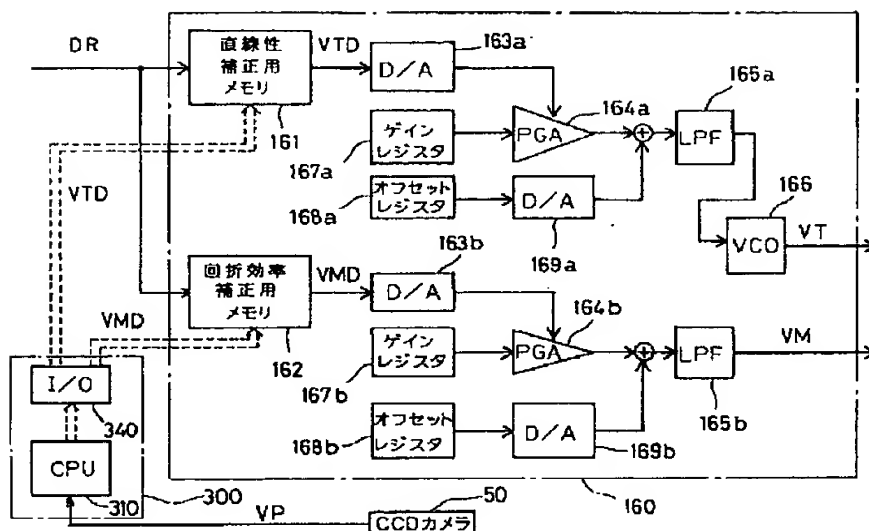
【図26】



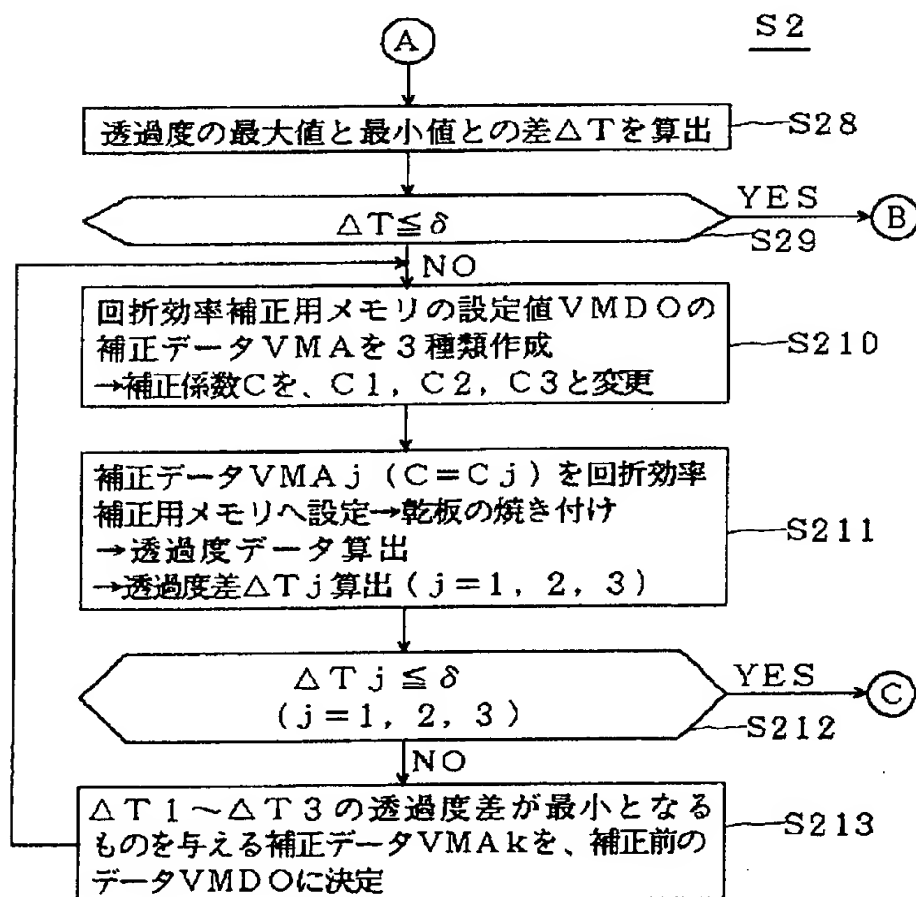
【図27】



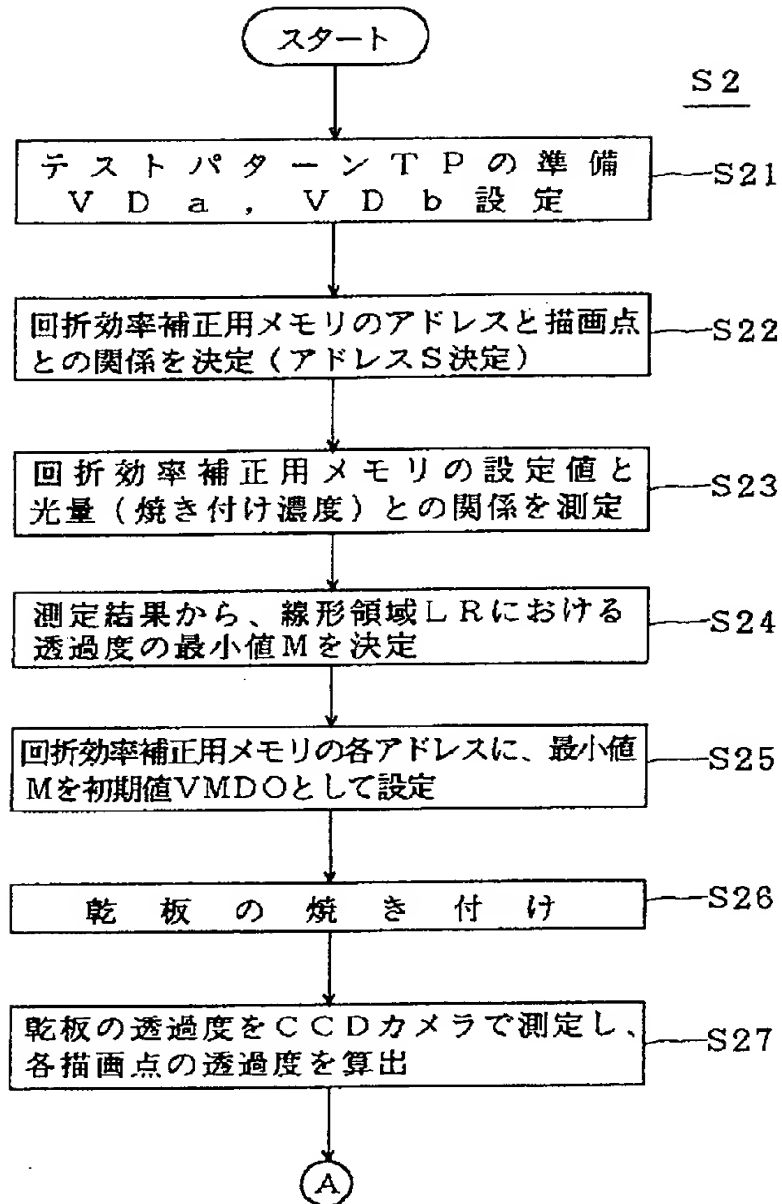
【図13】



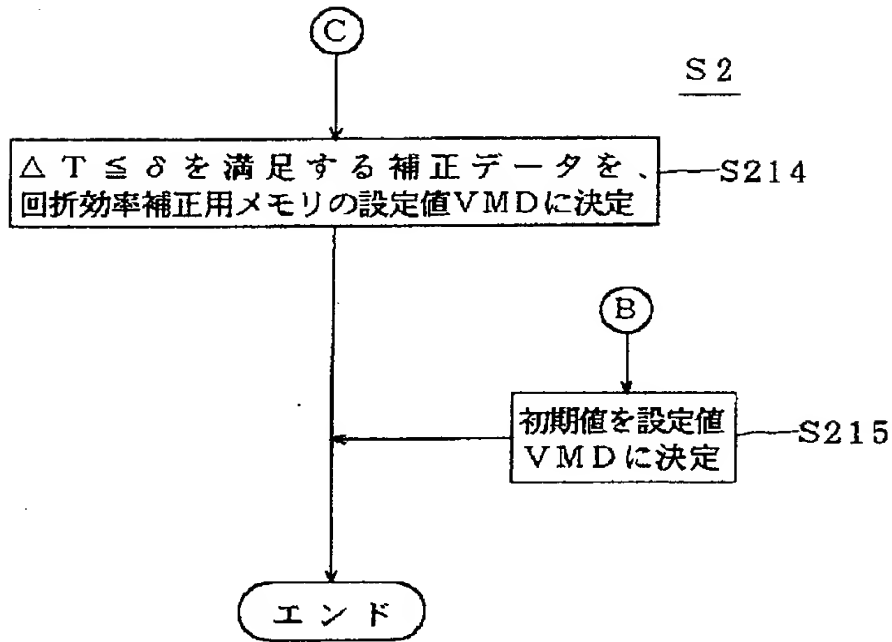
【図16】



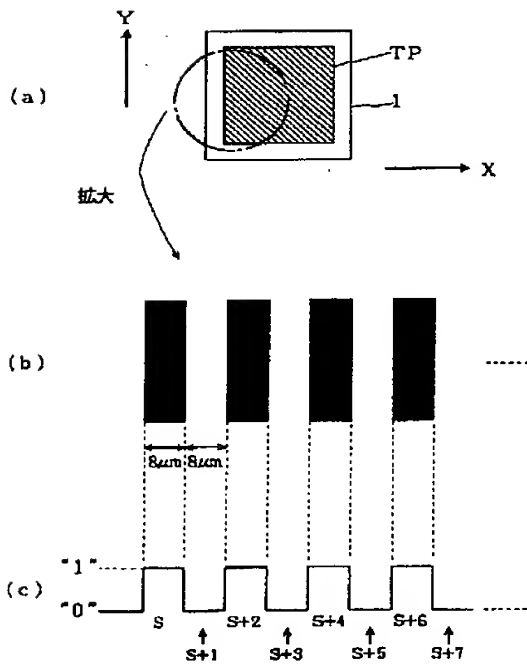
【図15】



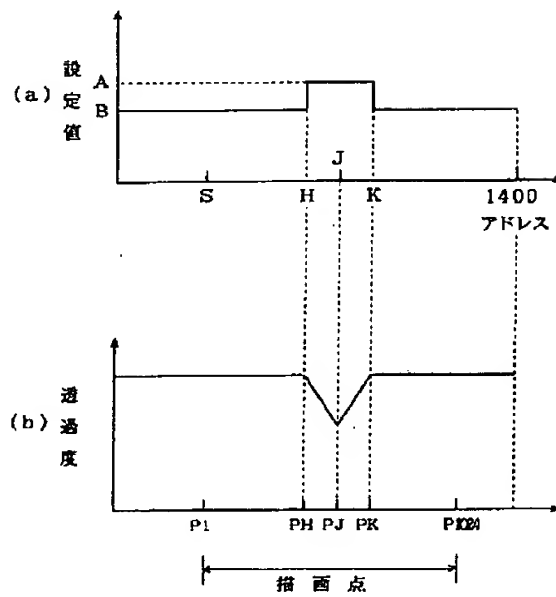
【図17】



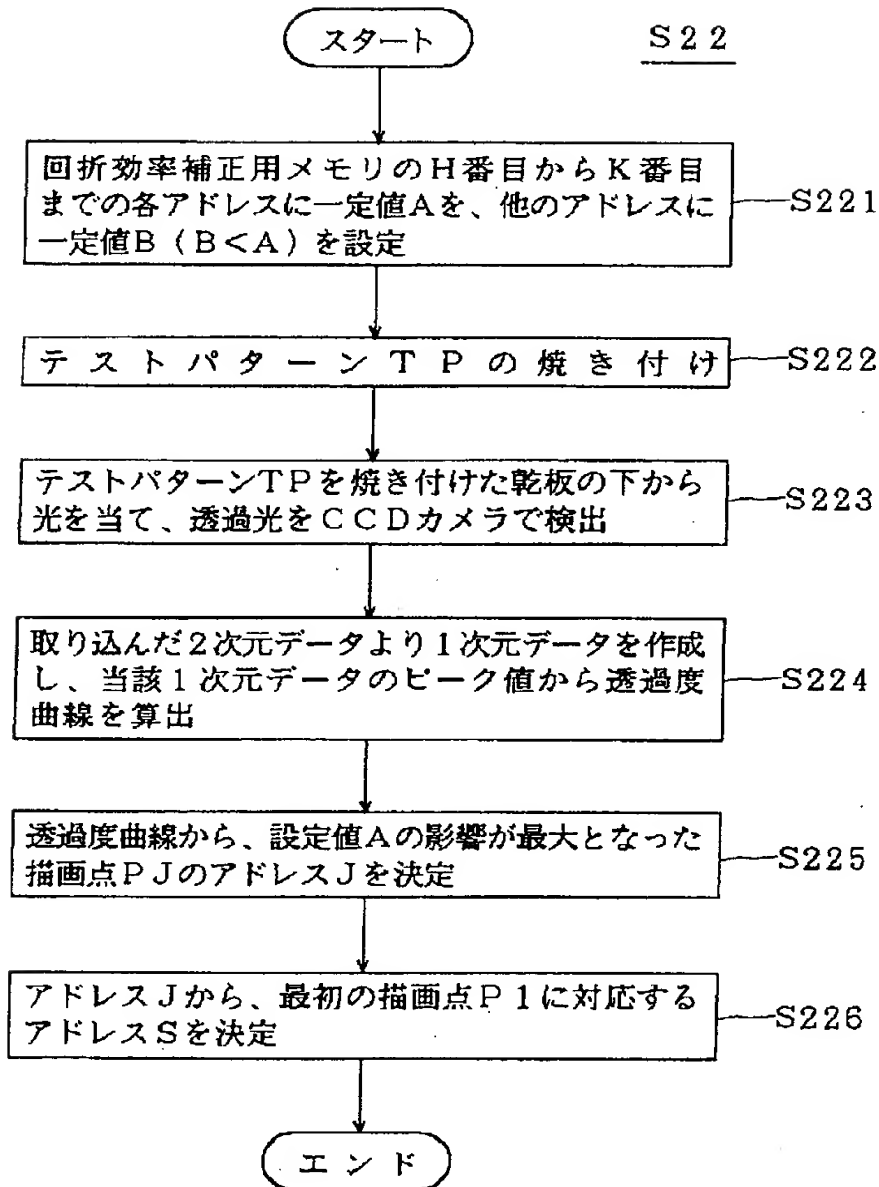
【図19】



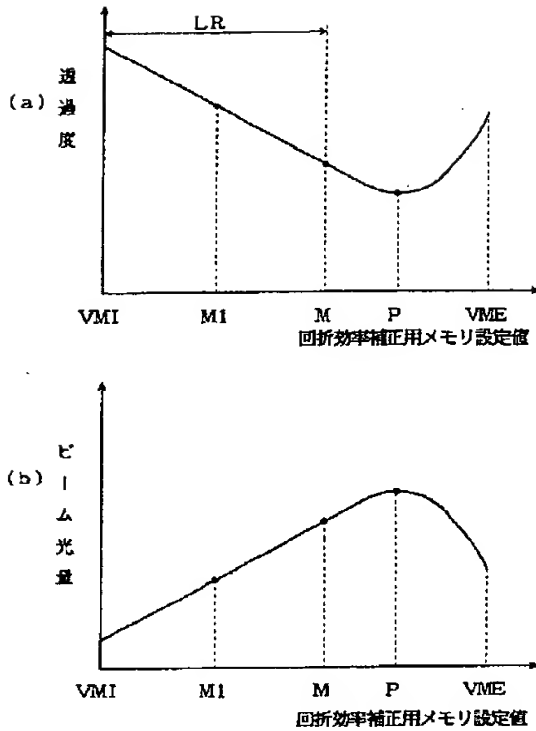
【図22】



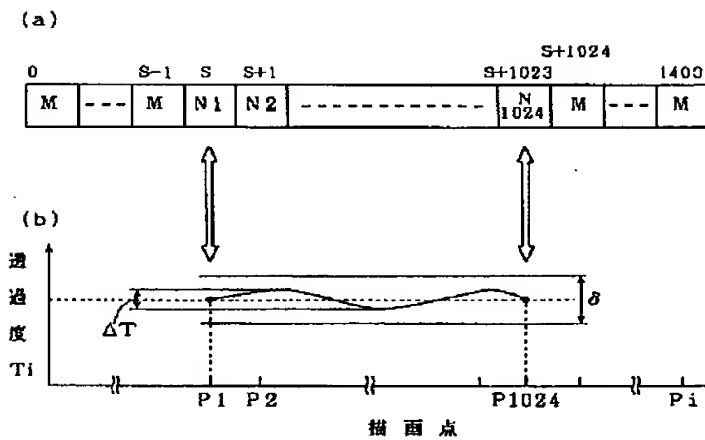
【図18】



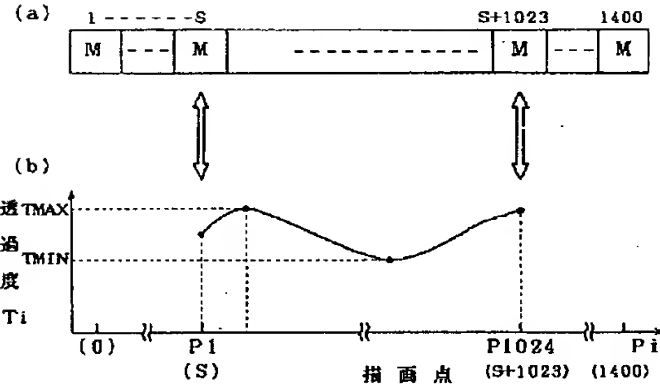
【図23】



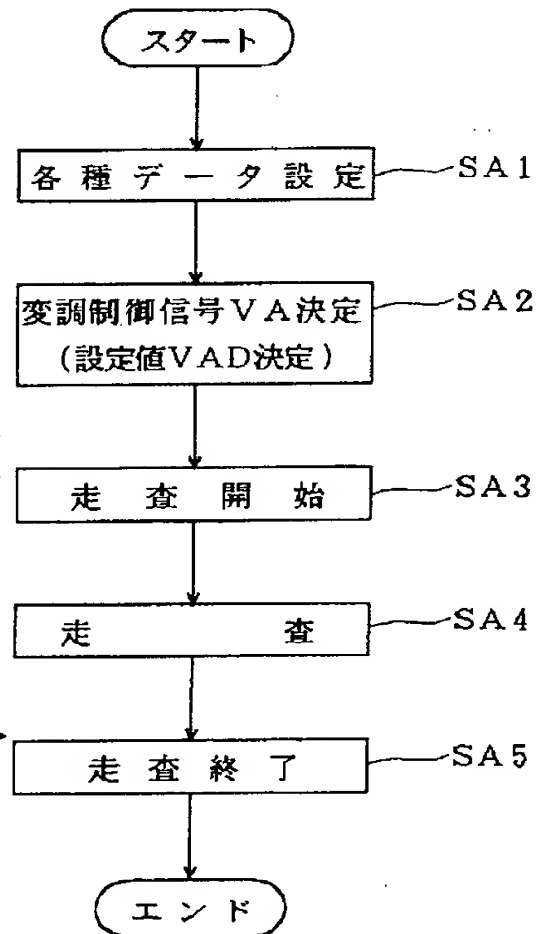
【図25】



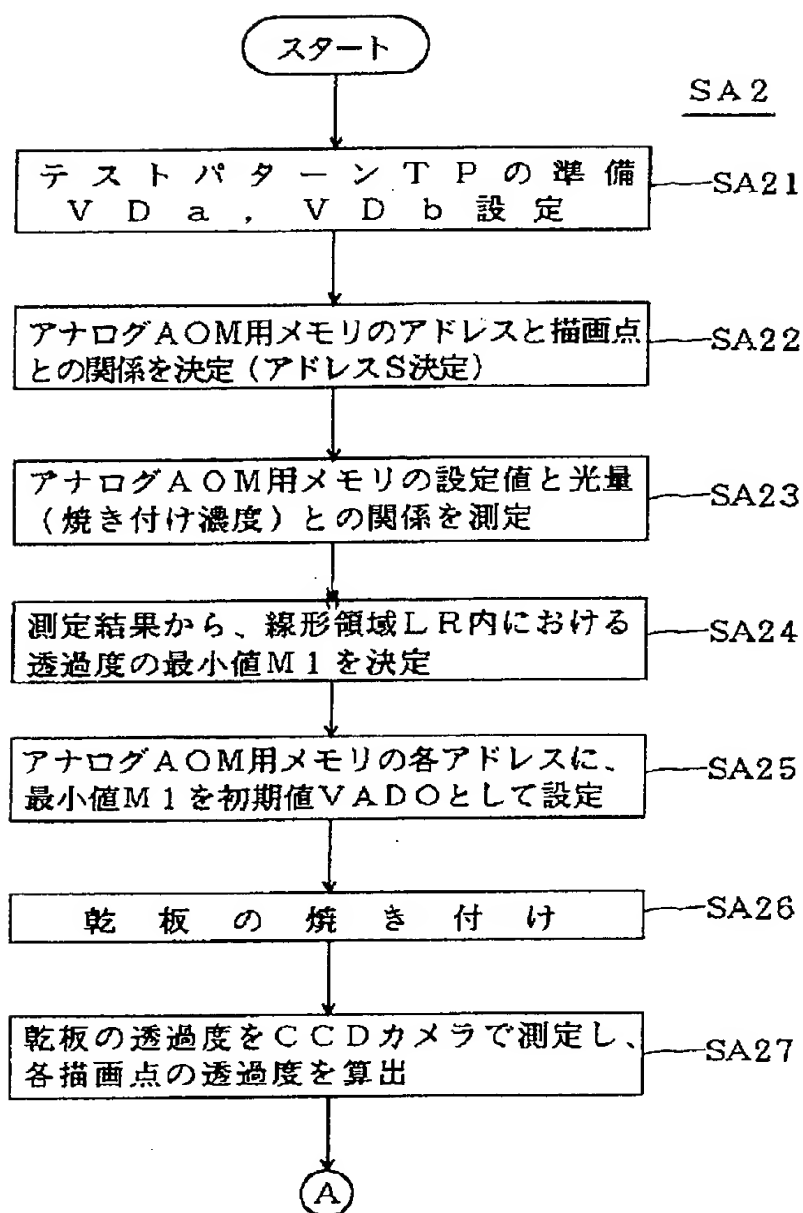
【図24】



【図28】



【図29】

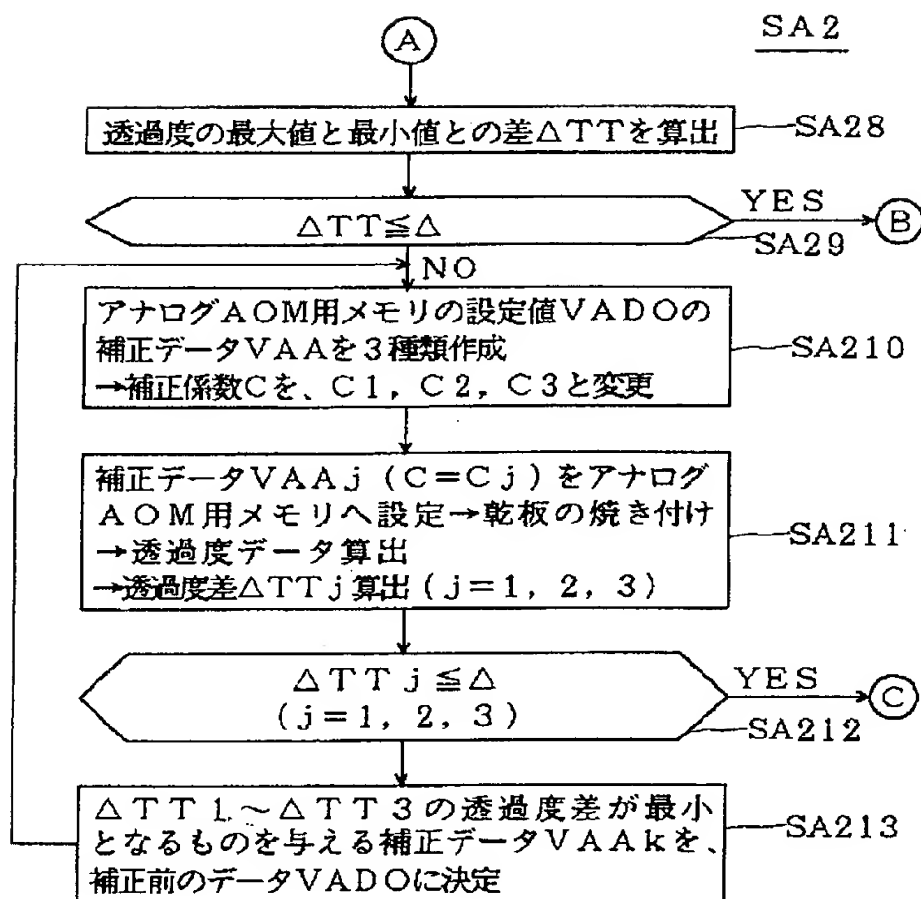


【図45】

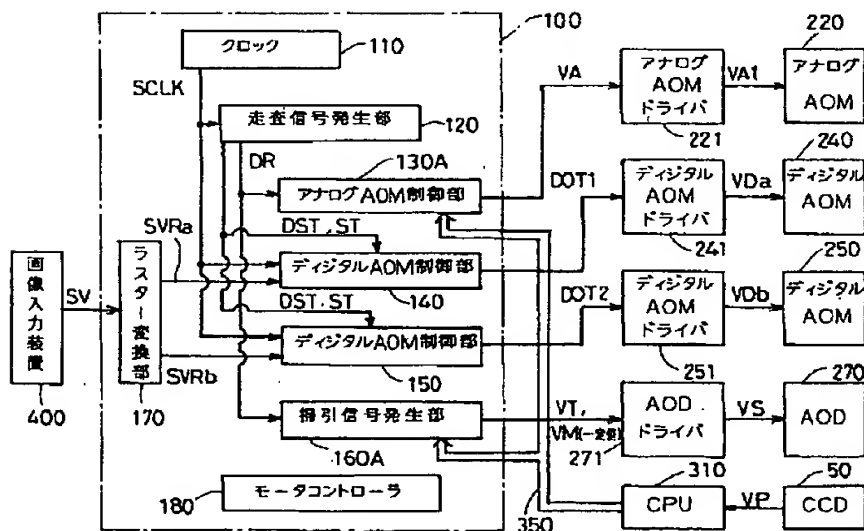
	AOM	AOD
音速(m/s)	4260	650
パルス応答 時間(n sec.)	9~12	
最大アクセス 時間(μ sec.)		15.4



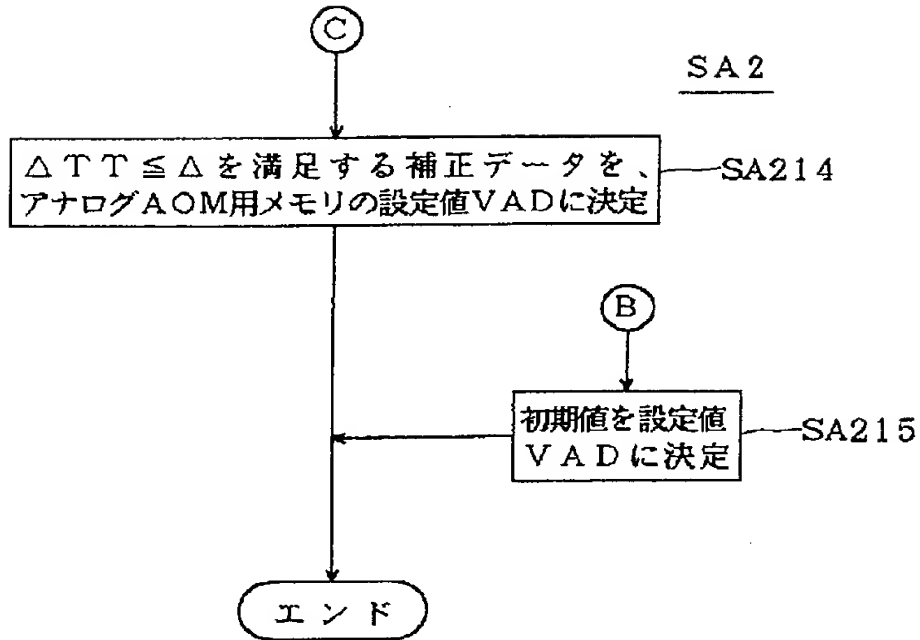
【図30】



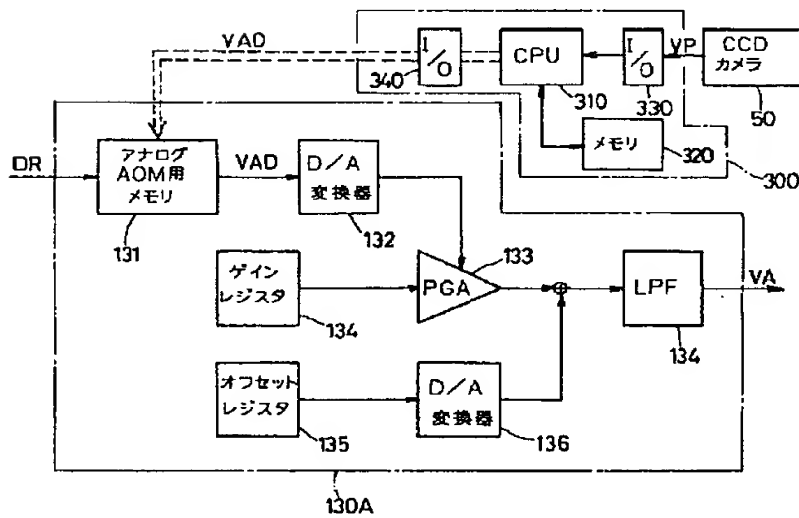
【図34】



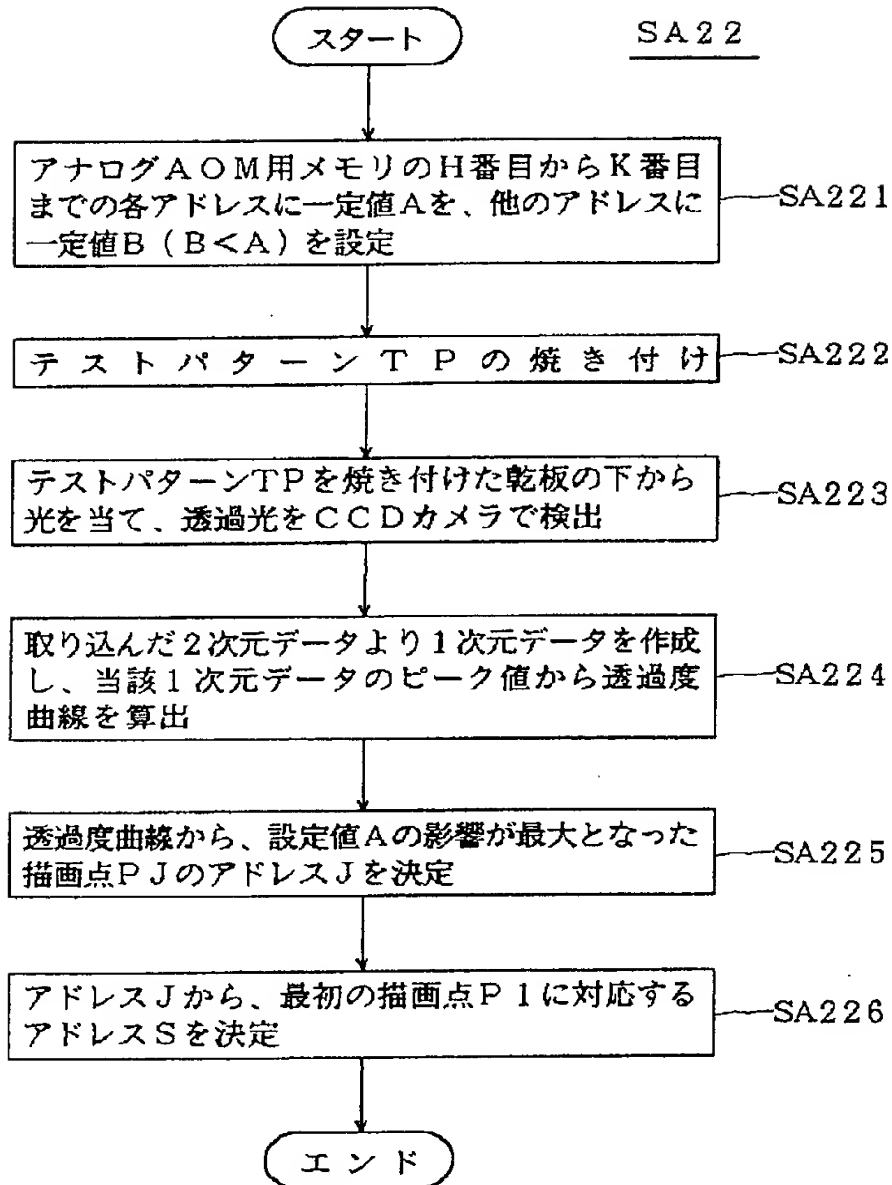
【図31】



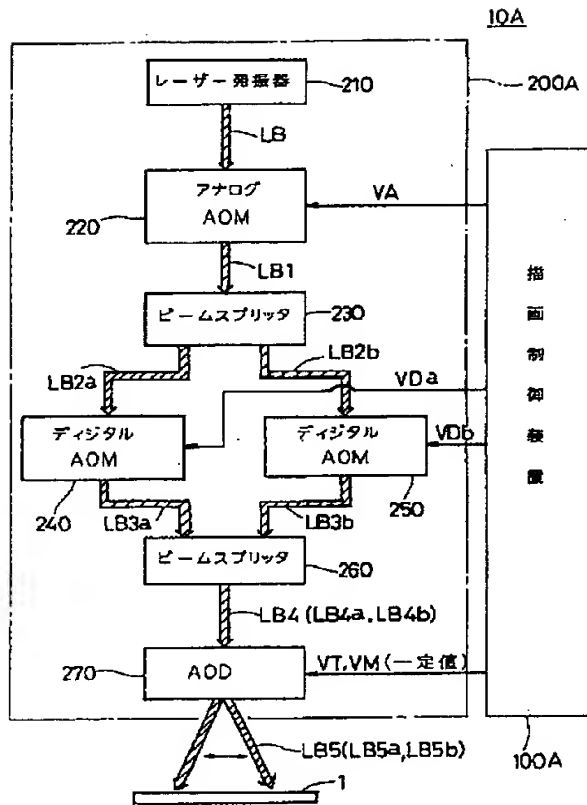
【図35】



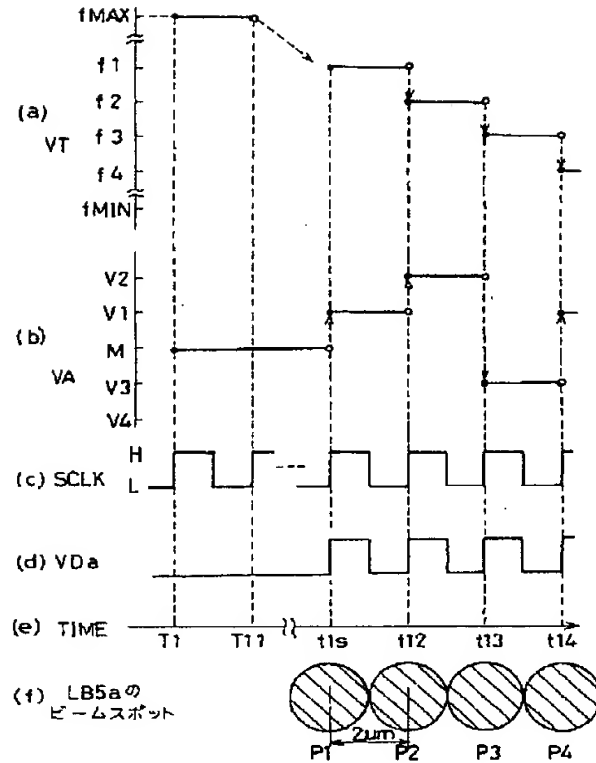
【図32】



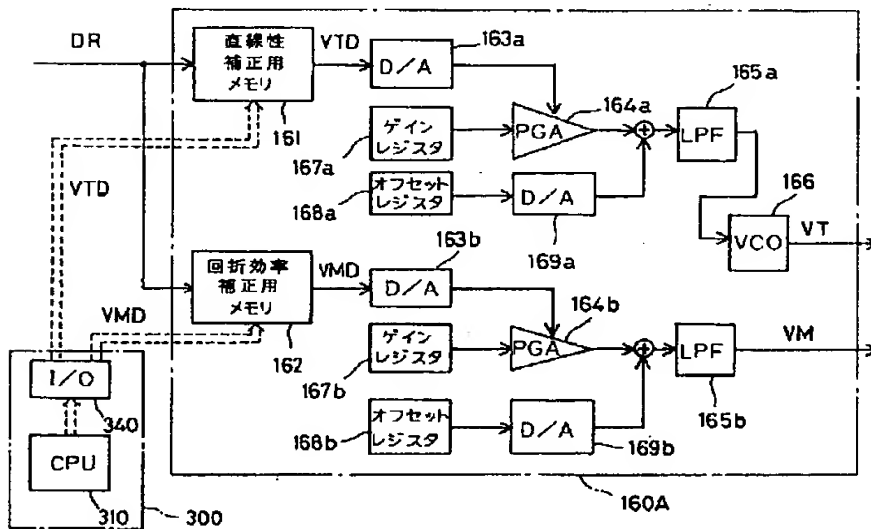
【図33】



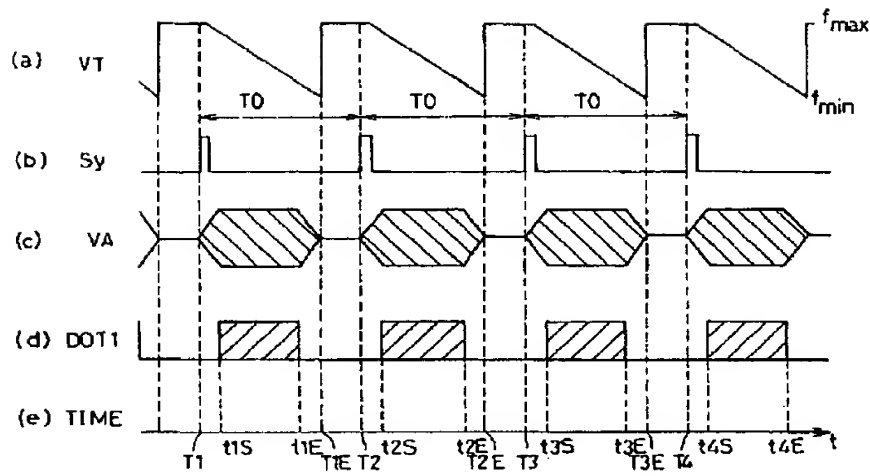
【図38】



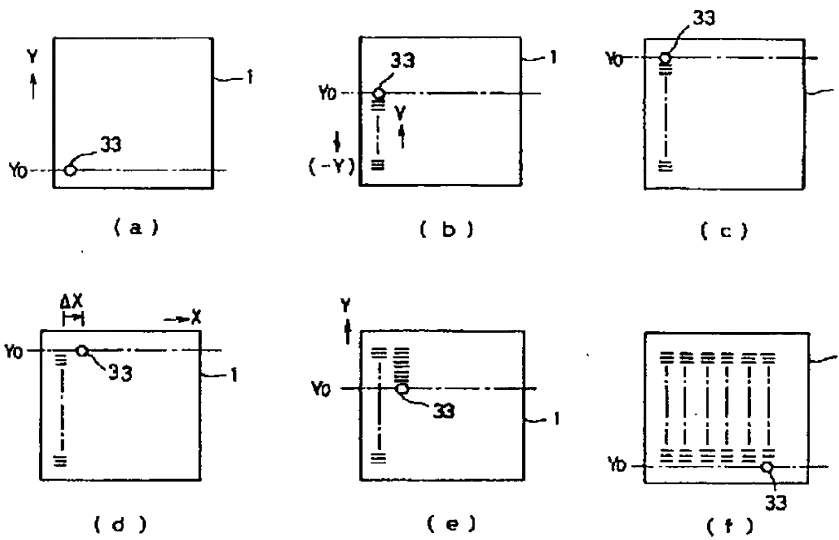
【図36】



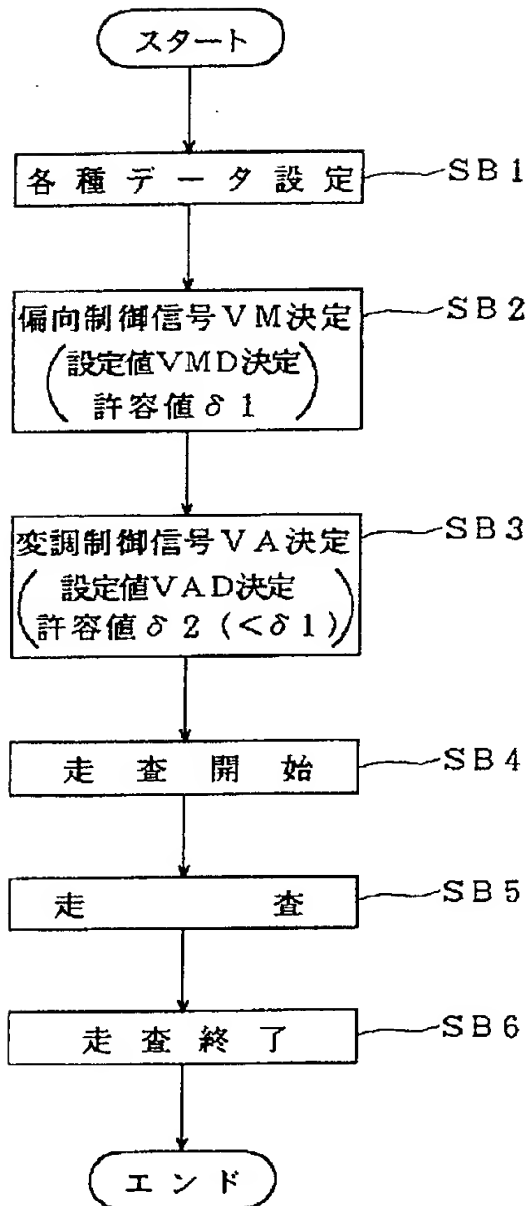
【図37】



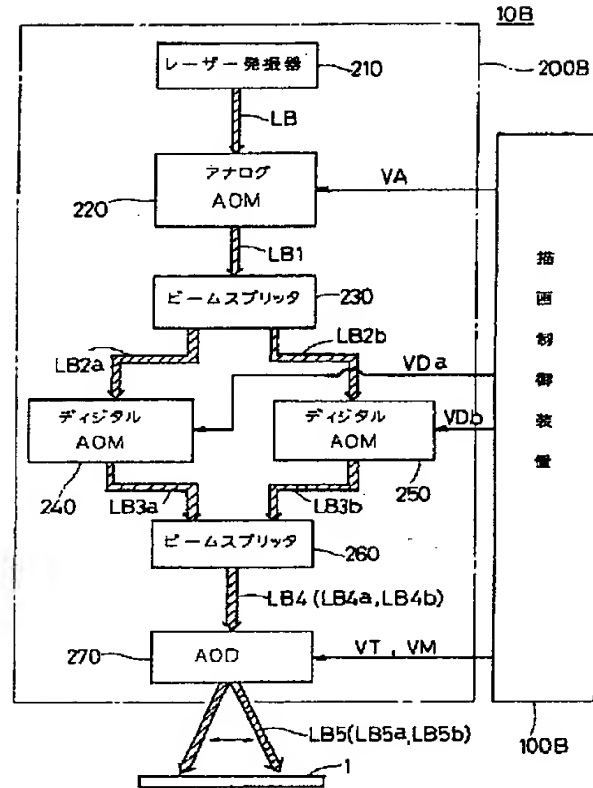
【図39】



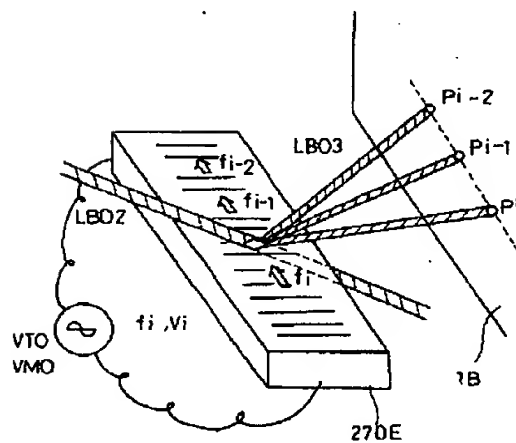
【図40】



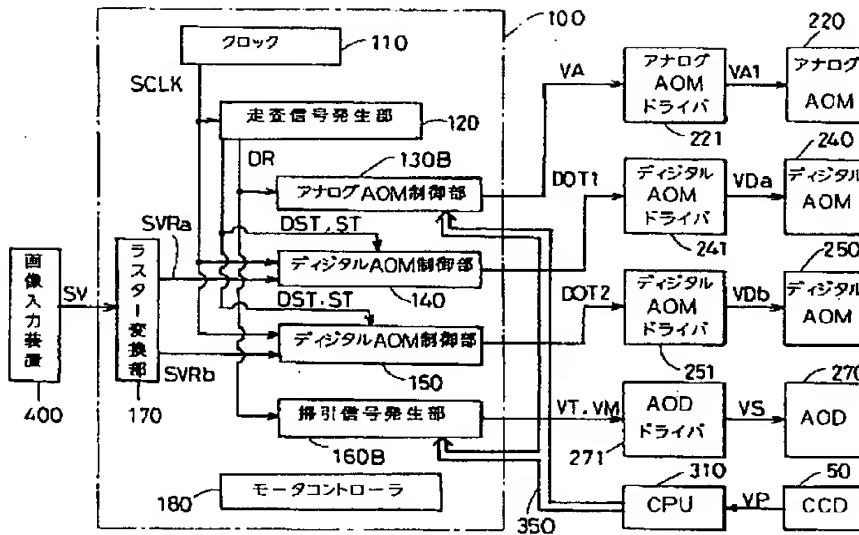
【図41】



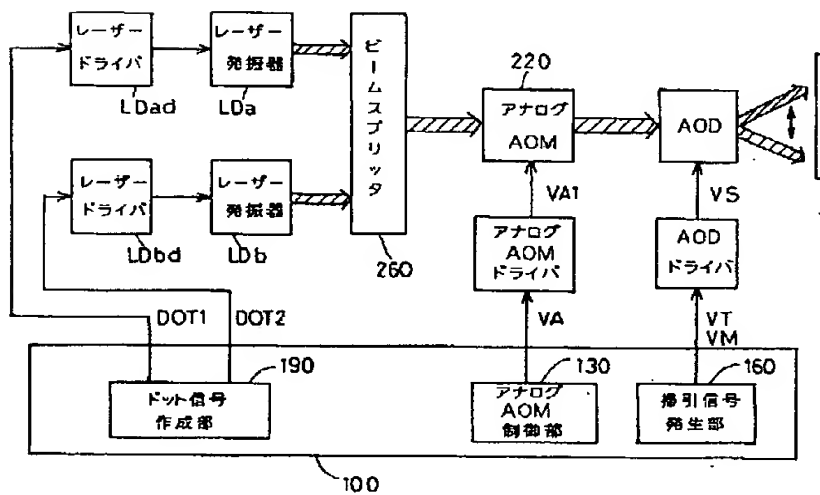
【図44】



【図42】



【図43】



【図47】

